59.06(43)N
46

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound
A.M.N.
1900

LIBRARY
OF THE
AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY

GEGENBAURS
MORPHOLOGISCHES JAHRBUCH

59 06 (43)

EINE ZEITSCHRIFT
FÜR
ANATOMIE UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

HERAUSGEGEBEN
VON

GEORG RUGE
PROFESSOR IN ZÜRICH

ACHTUNDDREISSIGSTER BAND

MIT 16 TAFELN, 240 FIGUREN UND 7 KURVEN IM TEXT
UND 3 TABELLEN

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1908

LIBRARY
OF THE
MUSEUM KASIREMA
YROTSIK JARUTAN TO

09-40840-Hoot 5

Inhalt des achtunddreißigsten Bandes

Erstes und zweites Heft

Ausgegeben am 19. Mai 1908.

Seite

Beitrag zur Kenntnis des Katzenhirns (Hirnfurchen). Von E. Landau. (Mit Taf. I bis IV.) 1

Untersuchung über die Flexorengruppe am Unterschenkel und Fuß der Säugetiere. Von Erna Glaesmer. (Mit Taf. V u. VI u. 1 Fig. im Text.) 36

Morphologische Studien über Mollusken I. Von A. Fleischmann 91

Der Stilplan der Bivalven. Vorstudien zu einem natürlichen Systeme der Muscheln. Von Richard Schwarz. (Mit Taf. VII bis IX u. 4 Fig. im Text.) 93

Die Varietäten der Musculi peronaei beim Menschen und die Mm. peronaei bei den Säugetieren. Ein morphologischer Beitrag. II. Teil. Von G. P. Frets. (Mit 18 Fig. im Text.) 135

Die *Aponeurosis plantaris* in der Primatenreihe. Mit spezieller Berücksichtigung des Menschen. Eine vergleichend-morphologische und anthropologische Untersuchung. Von Edward Loth. (Mit 124 Fig. im Text.) 194

Drittes Heft

Ausgegeben am 28. Juli 1908.

Beiträge zur Anthropologie des Kreuzbeines. Von Curt Radlauer. (Mit 15 Figuren und 7 Kurven im Text u. 3 Tabellen als Anhang.) . . . 323

Beitrag zur Morphologie des Jacobsonschen Organs und der Nasenhöhle der Cryptobranchiaten. Von Wilhelm Anton. (Mit Taf. X u. XI.) 448

Viertes Heft.

Ausgegeben am 27. Oktober 1908.

Seite

Embryologische und anatomische Beiträge zur Hyperdactylie (Houdanhuhn). Von Marie Kaufmann-Wolf. (Mit Taf. XII—XIV u. 42 Fig. im Text.) 471

Untersuchungen über den Bau des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. II. Teil. Der Rumpf- und Beckensympathicus. Von A. J. P. v. d. Broek. (Mit Taf. XV u. 16 Fig. im Text.) 532

Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen. II. Über intersegmentale Lymphherzen nebst Bemerkungen über das Lymphsystem. Von Harry Marcus. (Mit Taf. XVI u. 6 Fig. im Text.) 590

Über die Entwicklung der Wirbelsäule von Echidna hystrix. I. Teil. Über die Varietäten der Wirbelsäule bei erwachsenen Echidnae. Von G. P. Frets. (Mit 14 Fig. im Text.) 608

Beitrag zur Kenntnis des Katzenhirns (Hirnfurchen).

Von

E. Landau,

Assistent am anatomischen Institut zu Jurjeff-Dorpat.

Mit Tafel I—IV.

Obgleich man schwerlich annehmen kann, daß das menschliche Gehirn, um zur Ontogenie seiner Furchen und Windungen zu kommen, phylogenetisch alle Tierformen entwicklungsgeschichtlich durchzumachen hätte, so scheint doch zweifellos die Entstehung der Hauptfurchen des Gehirns, als spezifisches Prinzip einer Hirnornamentik bei allen Tieren durch dieselbe innere Notwendigkeit bedingt worden zu sein. Es dürfte daher wissenschaftlich berechtigt sein, auf die bis jetzt noch nicht entschiedene Frage einzugehen, ob nicht bei ihrem allerersten Auftreten die Furchen aller Tierhirne doch nach demselben Prinzip entstehen.

Auch ist bis jetzt noch nicht an einem größeren Material endgültig entschieden, ob in der Tat, wie KRUEG und MARTIN behaupten, weder bei den Ungulaten noch bei den Carnivoren im embryonalen Zustande jemals »transitorische« Furchen zu beobachten sind.

Dieses an einem größeren Fötenmaterial zu ergründen, hat sich Verfasser zur Aufgabe gestellt.

Meine Untersuchungen mit den Carnivoren zu beginnen, bin ich durch folgende Gründe bewogen: 1) die vielumstrittene Frage nach dem Bogenwindungssystem als dem Grundprinzip des sog. Urwindungssystems (LEURET, HUSCHKE, WERNICKE u. a.); 2) die Ansicht, daß die Primaten durch den Carnivorenstamm überhaupt nicht durchgegangen seien (KOLLMANN); 3) das verhältnismäßig einfache und zugleich schön ausgeprägte Furchensystem.

Das mir am leichtesten zu beschaffende Material war das Katzenhirn, an welchem den Anfang meiner Untersuchungen zu machen

ich mich daher auch entschloß. Bei den embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen ist natürlich eine genaue Kenntnis der Furchen des entwickelten Katzenhirns notwendige Voraussetzung. Obgleich nun nächst dem Primatenhirn das der Carnivoren wohl zu den am häufigsten untersuchten gehört, erweisen sich doch die bisherigen Literaturangaben über das Katzenhirn als nicht ganz ausreichend, und zuweilen müssen die älteren Angaben als genauere vor den neueren bevorzugt werden. Ich entschloß mich daher, zunächst eine genauere Untersuchung der Furchenvariationen bei der erwachsenen Katze (*Felis domestica*) vorzunehmen. Von den an 52 Hemisphären erzielten Resultaten dieser Untersuchung soll in vorliegender Arbeit berichtet werden. Ihre Veröffentlichung erscheint mir berechtigt, da in ihr teils vergessene, teils noch nicht bekannt gewordene Beobachtungen über den Verlauf der Hirnfurchen bei der Katze zu finden sind.

Die frisch herausgenommenen Gehirne wurden in 4%igen Formaldehyd gebracht, worin sie gegen 3—4 Wochen blieben, daraufhin in 75%igen Spiritus gelegt, um einer Quellung der Gehirne vorzubeugen.

Bei der Beschreibung jedes einzelnen Gehirnes werde ich, um allzuhäufige Wiederholungen zu vermeiden, nur diejenigen Furchen erwähnen und beschreiben, welche eine Variation oder sonst etwas Beachtenswertes an sich aufzuweisen haben, da die beigelegten Photographien einerseits und die Tabellen andrerseits zur Genüge die Verhältnisse und den Verlauf der Furchen an den einzelnen Gehirnen erläutern. Die Nomenklatur ist die seit Krueg herkömmliche. Die Messungen sind in Millimetern angegeben.

Nr. 1. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior gibt einen tiefen Ast in der Richtung zur Fissura Sylvii ab, erreicht jedoch die letztere nicht. Fissura suprasylvia media ist von der Fissura suprasylvia posterior getrennt. Fissura suprasylvia posterior vereinigt sich im oberen Teile mit einem Rudiment der Fissura medilateralis, und nachdem ein elypsoidales Feld der Hirnoberfläche von ihnen umzingelt worden, fließen sie ineinander. Fissura lateralis ist sehr eigentümlich. Es macht den Eindruck, als ob die Fissura ansata selbständig geworden sei. Dessenungeachtet endigt die Fissura lateralis mit einer Gabelung, deren oberer Ast sehr oberflächlich ist und mit einer etwas tiefer werdenden kleinen Gabelung abschließt;

auch zur Fissura ansata sendet dieser Ast ein oberflächliches Ästchen. Ein weiterer Ast geht von der Fissura lateralis zur Mantelkante, erreicht sie aber nicht. Die Fissura splenialis endigt nach vorn mit einer oberflächlichen Gabelung, vor welcher eine kurze längliche Furche liegt.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii ist durch einen Seitenast mit der Fissura ectosylvia anterior vereinigt. Fissura ectosylvia posterior bildet am oberen Ende eine Gabelung. Fissura suprasylvia media ist mit der Fissura coronalis ganz oberflächlich verbunden. Fissura cruciata geht in die Fissura splenialis über. Fissura lateralis sendet einen Ast zum Mantelrande, welchen er oberflächlich erreicht; unterwegs durchkreuzt dieser Ast eine aus kurzen Teilen bestehende Furche (confinis? medilateralis?). Fissura suprasplenialis geht in die Fissura postsplenialis über. Fissura splenialis sendet einen Ast zur Mantelkante, der jedoch auf der Höhe der Fissura suprasplenialis plötzlich mit einer queren Verdickung aufhört. Oberhalb und unterhalb der Fissura splenialis ziehen von der Mantelkante zwei kurze, der Fissura splenialis parallele Furchen.

Nr. 2. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii endet mit einer Gabelung; der hintere, zur Fissura ectosylvia posterior ziehende Ast ist länger, aber ganz oberflächlich. Fissura ectosylvia posterior endigt mit einer Gabelung zur Fissura suprasylvia hin. Sie endigt unten, nachdem sie eine Knickung nach hinten gemacht, fast am hinteren Hemisphärenrande.

Rechte Hemisphäre. Fissura ectosylvia posterior endigt nach oben hin mit einer Gabelung.

Nr. 3. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura suprasylvia media zeigt hinter der Fissura ectosylvia posterior eine kurze Einkerbung nach unten. Fissura suprasylvia anterior endigt vorne mit einer Gabelung.

Rechte Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior sendet einen Ast in der Richtung zur Fissura ectosylvia posterior, ohne diese zu erreichen. Fissura suprasylvia anterior endigt nach vorn mit einer Gabelung. Fissura lateralis konfluiert mit der Fissura coronalis.

Nr. 4. ♀

Linke Hemisphäre. Vor der Fissura Sylvii steigt von der Fissura rhinalis anterior eine kleine Einkerbung empor.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii endigt mit einer kleinen Gabelung. Fissura ectosylvia anterior gibt zwei Äste in der Richtung zur Fissura ectosylvia posterior ab.

Beiderseits geht die Fissura suprasplenialis in die Fissura postsplenialis über.

Nr. 5. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii bildet vier Knie während ihres Verlaufes. Fissura ectosylvia anterior bildet an ihren beiden Enden schöne Gabelungen. Fissura suprasylvia posterior schneidet den hinteren Hemisphärenrand. Fissura diagonalis hat die Form eines dreizackigen Sterns.

Nr. 6. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior endigt nach unten mit einer Gabelung.

Rechte Hemisphäre. Zwischen Fissura cruciata und Fissura ansata eine ganz oberflächliche Furche.

Nr. 7. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior endigt nach oben mit einer Gabelung. Außerdem gibt sie einen Ast zur Spitze der Fissura Sylvii, erreicht sie jedoch nicht. Fissura suprasylvia anterior endigt mit einer Gabelung. Fissura lateralis gibt einen oberflächlichen kurzen Ast zur Mantelkante. Fissura ansata ist gegabelt. Fissura splenialis ist oberflächlich mit Fissura cruciata verbunden. Fissura splenialis schickt einen Ast zur Mantelkante.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii ist mit Fissura ectosylvia anterior verbunden. Fissura ectosylvia posterior ist recht lang und endigt mit einer Gabelung gegen die Fissura suprasylvia. Fissura suprasylvia anterior endigt mit einer Gabelung. Beiderseits gibt die Fissura suprasylvia posterior einen Ast zum Hemisphärenrande.

Nr. 8. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia posterior gibt einen Zweig in der Richtung zur Fissura ectosylvia anterior ab. Fissura splenialis schneidet den Mantelrand. Fissura postsplenialis mündet in die Fissura splenialis (in den oberen Ast der Gabelung der Fissura splenialis auf der Kleinhirnfläche).

Rechte Hemisphäre. Fissura medilateralis mündet in die Fissura suprasylvia posterior (oberflächlich). Fissura splenialis überschreitet den Mantelrand.

Nr. 9. ♀

Nichts Bemerkenswertes.

Nr. 10. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii ist sehr kurz. Fissura ectosylvia anterior geht in die Fissura diagonalis über und gibt einen Ast in der Richtung der Fissura ectosylvia posterior. Fissura rhinalis posterior endigt auf der Kleinhirnfläche ohne Gabelung.

Rechte Hemisphäre. Fissura ectosylvia posterior gibt eine Gabelung zur Fissura suprasylvia media. Fissura suprasylvia posterior gibt einen Ast zur hinteren Hemisphärenkante.

Nr. 11. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior ist mit Fissura suprasylvia anterior verbunden. Fissura suprasylvia media gibt zwischen Fissura ectosylvia posterior und Fissura suprasylvia posterior eine kurze Einkerbung.

Rechte Hemisphäre. Fissura suprasylvia anterior ist mit Fissura ectosylvia anterior verbunden.

Nr. 12. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii endigt mit einer Gabelung. Fissura ectosylvia posterior endigt ebenfalls mit einer Gabelung.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii endigt mit einer Gabelung. Fissura ectosylvia posterior endigt nach unten hin mit einer Gabelung. Zwischen den Fissurae ectosylvia anterior und ectosylvia posterior ist eine kurze quere Furche, die weder die eine noch die andre der beiden letztgenannten Furchen erreicht.

Wie an vielen Hemisphären, so findet sich auch hier eine kleine Furche zwischen der Fissura cruciata und Fissura ansata; hier mündet aber diese kleine Furche in die Fissura ansata.

Nr. 13. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura medilateralis ist von der Fissura lateralis getrennt und zieht recht weit nach vorn (vielleicht vereinigt mit einer eventl. Fissura marginalis?).

Rechte Hemisphäre. Fissura lateralis ist mit Fissura coronalis verbunden. Fissura medilateralis ist gleich derjenigen auf der linken Hemisphäre dieses Gehirns.

Nr. 14. ♀

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii geht in die Fissura ectosylvia anterior nicht über, sie ist sehr kurz und wird durch eine sehr schmale Übergangswindung von dem zu ihr ziehenden Aste der Fissura ectosylvia anterior getrennt. Ebenso ist die Fissura ectosylvia anterior von der kurzen Fissura suprasylvia anterior durch eine in der Tiefe verborgene Windung getrennt. Auch grenzt eine an der Oberfläche nicht wahrnehmbare Windung die Fissura diagonalis von der Fissura ectosylvia anterior ab. Endlich scheidet eine ohne Auseinanderzerrung des Gehirns nicht zu bemerkende Windung die Fissura coronalis und den unteren Ast der Schlußgabelung der Fissura lateralis voneinander.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii macht eine Knickung nach hinten. Auch hier geht die Fissura ectosylvia anterior nur oberflächlich in die kurze Fissura suprasylvia anterior über.

Nr. 15. ♂

Linke Hemisphäre. Einige Vertiefungen zwischen der Mantelkante und der Fissura lateralis.

Rechte Hemisphäre. Fissura cruciata ist tief mit der Fissura splenialis verbunden. Fissura suprasylvia media ist von der Fissura suprasylvia posterior getrennt.

Nr. 16. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior sendet einen Ast in der Richtung zur Fissura rhinalis anterior, erreicht dieselbe und täuscht so eine zweite Fissura Sylvii vor. Fissura splenialis zieht, freilich ganz oberflächlich, über die Mantelkante. Ebenso schneidet den Hemisphärenrand der zu ihr ziehende Ast der Endgabelung der Fissura rhinalis posterior, aber viel tiefer, als es bei der Fissura splenialis der Fall war.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii ist oberflächlich mit der Fissura ectosylvia anterior verbunden. Fissura ectosylvia anterior sendet, wie auf der linken Hemisphäre, einen Ast zur Fissura rhinalis anterior, ohne sie jedoch zu erreichen. Fissura praesylvia endigt oben mit einer gut ausgesprochenen Gabelung.

Nr. 17. ♂

Nichts Bemerkenswertes.

Nr. 18. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii ist oberflächlich mit der Fissura ectosylvia anterior dadurch verbunden, daß letztere zur Fissura Sylvii einen recht tiefen Ast schickt, welcher aber in der Nähe der Fissura Sylvii sehr flach wird. Fissura ectosylvia anterior ist auch oberflächlich mit der Fissura diagonalis verbunden; außerdem gibt sie einen kurzen Ast in der Richtung zur Fissura ectosylvia posterior ab. Fissura ectosylvia posterior endigt oben mit einer Gabelung. Fissura lateralis endigt vorn mit zwei tiefen (wie gewöhnlich) und zwei ganz oberflächlichen Ästen. Zwischen den Fissurae lateralis, coronalis und cruciata ist eine kleine längliche oberflächliche Furche.

Rechte Hemisphäre. Fissura suprasylvia anterior gibt einen Ast (0,5 mm lang und 0,1 mm tief) nach oben zur Fissura lateralis ab. Fissura suprasylvia media ist von der Fissura suprasylvia posterior getrennt. Fissura splenialis ist von der Fissura crucialis durch eine 0,5 mm dicke Windung getrennt.

An beiden Hemisphären gibt es zwischen der Mantelkante und der Fissura lateralis eine Reihe von kurzen Vertiefungen.

Nr. 19. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii endigt mit einer Gabelung. Von der Fissura ectosylvia anterior geht ein kurzer Ast zur Fissura ectosylvia posterior, ohne sie jedoch zu erreichen.

Nr. 20. ♂

Linke Hemisphäre. Zwischen Fissura ansata und Fissura cruciata eine längliche Vertiefung.

Rechte Hemisphäre. Fissura cruciata mündet in die Fissura splenialis ein (tiefe Verbindung). Fissura lateralis gibt einen Ast zur Mantelkante ab, erreicht jedoch die letztere nicht.

Nr. 21. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior sendet ein ganz kurzes Ästchen in der Richtung zur Fissura ectosylvia posterior. Fissura suprasylvia media gibt an ihrem hinteren Ende einen 0,25 mm tiefen Ast nach unten (0,3 mm lang).

Rechte Hemisphäre. Von der Fissura lateralis zieht eine ganz oberflächliche Impression zur Mantelkante, erreicht diese aber nicht.

Nr. 22. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura lateralis gibt ein kurzes Ästchen in der Richtung zur Mantelkante ab.

Nr. 23. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura ectosylvia anterior ist mit der Fissura suprasylvia anterior verbunden, in der Tiefe gibt es jedoch eine Übergangswindung. Das vordere Ende der sehr kurzen Fissura suprasylvia anterior ist nur noch durch eine kleine grubenförmige Vertiefung zwischen der Fissura coronalis und Fissura ectosylvia anterior angedeutet. Fissura splenialis endigt an der Kleinhirnfläche ohne Gabelung.

Rechte Hemisphäre. Fissura praesylvia endigt nach oben hin mit einer Gabelung.

Nr. 24. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii biegt stark nach vorn, es kommt jedoch zu keiner Verbindung mit der Fissura ectosylvia anterior. Fissura ectosylvia anterior geht sehr nahe an die Fissura suprasylvia anterior heran, ohne jedoch in diese überzugehen.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii ist durch eine Querfurche mit der Fissura ectosylvia anterior tief verbunden. Fissura ectosylvia posterior endigt oben mit einer Gabelung. Fissura suprasylvia anterior endigt ebenfalls mit einer Gabelung. Fissura suprasylvia media ist durch eine Windung von der Fissura suprasylvia posterior getrennt. Fissura suprasylvia posterior zieht über die Mantelkante. Fissura rhinalis posterior endigt ohne Gabelung.

Nr. 25. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii macht eine Biegung nach der Fissura ectosylvia anterior hin. Fissura ectosylvia anterior ist mit der Fissura diagonalis verschmolzen. Fissura ectosylvia posterior endigt nach oben mit einer Gabelung. Fissura ansata bildet eine kleine Gabelung. Fissura lateralis schickt einen kurzen Ast zur Mantelkante. Zwischen Fissura lateralis und der Mantelkante eine oberflächliche kurze Furche. Fissura splenialis endigt nach vorne mit einer Gabelung, welch letzterer oberer Ast die Mantelkante schneidet.

Rechte Hemisphäre. Von der Fissura ectosylvia anterior geht ein Ast in der Richtung zur Fissura Sylvii, ohne sie zu erreichen.

Nr. 26. ♂

Linke Hemisphäre. Fissura Sylvii ist sehr kurz. Fissura ectosylvia anterior ist durch eine ganz kurze Windung von der Fissura diagonalis getrennt. Fissura suprasplenialis geht in die Fissura postsplenialis über.

Rechte Hemisphäre. Fissura Sylvii ist viel länger als auf der linken Hemisphäre dieses Gehirns. Fissura suprasplenialis geht in die Fissura postsplenialis über.

Die Großhirnfurchen der Katze (Felis domestica).

Die Fissura Sylvii stellt eine einfache, typische Furche dar, die eine verschiedene Länge, von 2,5 mm (Nr. 14 linke Hemisph.) bis 10 mm (Nr. 7 rechte Hemisph., Nr. 22 linke Hemisph.) aufweisen kann. An demselben Gehirn kann links und rechts eine beträchtliche Verschiedenheit der Länge sein (Nr. 26), gewöhnlich sind aber beiderseits die Fissurae Sylvii einander sehr ähnlich. Die Tiefe der Fissura Sylvii ist an der tiefsten Stelle 2—4 mm. Von der Fissura rhinalis steigt sie rück-aufwärts und endigt blind oder gegabelt (Nr. 19 l. H., 2 l. H., 12 l. und r. H.), dabei bildet sie einen leicht konkaven Bogen nach vorn. In zwei Fällen bildete sie Knie (Nr. 5 l. H., Nr. 14 r. H.). Zuweilen findet man die Fissura Sylvii mit der Fissura ectosylvia anterior verbunden, und zwar ragt entweder ein Ast der letzteren in die Fissura Sylvii hinein, oder aber diese krümmt sich mit ihrem oberen Ende so sehr nach vorne, daß sie in die Fissura ectosylvia anterior einmündet. Gewöhnlich ist die Verbindung beider Furchen eine oberflächliche, zuweilen sogar nur eine scheinbare (Nr. 14 l. H.). Es kommt jedoch auch eine tiefe Verbindung beider Furchen vor (Nr. 24 r. H.).

Die Fissura cruciata ist eine beständige, tiefe Furche des Carnivorenhirns. Bei der Hauskatze ist sie gewöhnlich von ihrem hinteren Ende, das auf der medialen Fläche zieht, der sog. Fissura splenialis getrennt. Debierre et Bole, sowie Flatau und Jacobsohn (S. 266) behaupten, daß die Fissura cruciata niemals mit der Fissura splenialis konfluiere. Krueg (II, S. 621) drückt sich etwas vorsichtiger aus, indem er meint: »Die Fissura splenialis ist nie mit der Fissura rhinalis posterior, fast nie mit der Fissura cruciata verbunden«. Pansch dagegen (II, S. 213) spricht sich folgendermaßen aus: »In seltenen Fällen (3mal unter 14, die Verbindung kann seichter oder tiefer sein) erstreckt sie sich, wie bei den

Hunden, ohne Unterbrechung weiter rückwärts und dann, das Splenium corporis callosi umkreisend, abwärts. Meistens findet sich aber über der Mitte des Balkens eine schmalere oder breitere Brücke, die die vordere eigentliche Kreuzfurche von einer hinteren Furche trennt.« Eine Verschmelzung der Fissura cruciata mit der Fissura splenialis finden wir bei Pansch (II) auf Taf. XIV, Fig. 27 abgebildet. Ein Übergang bei der Katze dieser beiden Furchen ineinander ist auch Th. Ziehen bekannt, wie man aus seiner Anmerkung I auf S. 706 ersieht.

An den von mir untersuchten 52 Hemisphären konnte ich diese Verbindung wie an männlichen, so auch an weiblichen Gehirnen konstatieren. An drei Hemisphären (Nr. 1 r. H., 15 r. H., 20 r. H.) war diese Verbindung eine vollständige und tiefe, an einer Hemisphäre (Nr. 7 l. H.) nur eine oberflächliche und wiederum an einer (Nr. 18 r. H.) nur eine scheinbare, da sie sich durch eine sehr feine, aber bis zur Oberfläche ziehende Windung als getrennt erwies. Fissura cruciata zieht immer als glatte Furche, endet stets blind und gibt niemals Seitenäste ab. Sie beginnt an der lateralen Fläche etwa 4—6,5 mm hinter dem mittleren Teile der Fissura coronalis. In allen Fällen, wo sie mit der Fissura splenialis nicht konfluiert, liegt ihr medialer Teil unter dem Beginne der Fissura splenialis, so daß die letztere mit ihrem Anfangsteile zwischen der Fissura cruciata und der Mantelkante zu liegen kommt.

Erste Bogenfurche. (Fissura ectosylvia anterior + Fissura ectosylvia posterior = Fissura anterior + Fissura posterior [Krueg] = sekundäre unterste Bogenfurche [Pansch]).

Während beim Hunde die Fissura ectosylvia anterior fast immer mit der Fissura ectosylvia posterior durch eine Fissura ectosylvia media verbunden ist, sind bei der Katze, wie von allen Forschern bestätigt wird, beide Teile der ersten Bogenfurche immer getrennt. Ich folge daher dem Beispiele von Flatau und Jacobsohn und beschreibe jeden Teil der Bogenfurche einzeln und unabhängig voneinander.

A. Fissura ectosylvia anterior ist eine konstante Furche, welche vor der Fissura Sylvii, mit ihrem unteren Ende hinter der Fissura diagonalis, mit ihrem oberen Ende hinter-unter der Fissura suprasylvia liegt. Die von Krueg (II, S. 618 f.) als Fissura diagonalis bezeichnete Furche wird als solche auch von Martin am Katzenhirne beschrieben. Flatau und Jacobsohn betrachten sie dagegen als das abgesplitterte vordere Ende der Fissura ectosylvia

anterior und leugnen (S. 294) die Existenz einer Fissura diagonalis bei der Katze. An den von mir untersuchten 52 Hemisphären war die Fissura ectosylvia anterior mit der Fissura diagonalis nur 2 mal (Nr. 10 l. H. und Nr. 25 l. H.) verbunden und ich halte es daher für zweckmäßig, auch für diese kurze Furche eine spezielle Benennung einzuführen. Da für meine rein deskriptiven Zwecke es in dieser Arbeit auf eine vergleichend-anatomische Homologisierung nicht ankommt, so werde ich die Benennung »diagonalis« für diese Furche fernerhin brauchen.

Die Fissura ectosylvia anterior zieht fast vertikal von oben nach vorn-unten und bildet dabei gewöhnlich einen konkaven, zuweilen aber auch einen leicht konvexen (z. B. Nr. 5 l. und r. H., Nr. 19 l. H.) Bogen nach vorn. Ihre Enden sind fast immer blind (z. B. Nr. 15 u. v. a.), es kommen aber Gabelungen wie am oberen, so auch am unteren Ende vor (z. B. Nr. 5 l. H.). Sie gibt nach hinten Äste ab, die entweder in der Richtung zur Fissura ectosylvia posterior oder aber nach unten zur Fissura Sylvii ziehen, mit welcher sie zuweilen, wie schon oben erwähnt, sich vereinigt. Auf dem Gehirne Nr. 16 erreicht ein Ast der Fissura ectosylvia anterior die Fissura rhinalis anterior und mündet in letztere vor der Fissura Sylvii ein. Auf der linken Hemisphäre des Gehirns Nr. 4 sehen wir dagegen eine kurze Furche von der Fissura rhinalis aus vor der Fissura Sylvii nach oben ziehen. Zu erwähnen ist noch die von Pansch an einer einzigen Hemisphäre gemachte Beobachtung der Vereinigung der Fissura ectosylvia anterior mit der Fissura suprasylvia. Diese Tatsache bestätigen drei Gehirne meiner Sammlung (Nr. 11 beiderseits, Nr. 14 r. H., Nr. 23 l. H.). Dagegen können meine Messungen der Tiefe verschiedener Furchen nicht die Behauptung von Pansch bestätigen, daß die Tiefe dieser Furche (im Durchschnitt etwa 4,4—4,9 mm) »bei weitem nicht so bedeutend, wie bei den Hauptfurchen« ist.

B. Fissura ectosylvia posterior geht nie Verbindungen mit benachbarten Furchen ein. Sie steigt hinter der Fissura Sylvii und vor der Fissura suprasylvia posterior fast senkrecht in die Höhe. Gewöhnlich sind beide Enden blind, zuweilen das obere Ende gegabelt. Eine Gabelung am unteren Ende habe ich nur an einer Hemisphäre gesehen (Nr. 12 r. H.). Zuweilen, wie es auch Flatau und Jacobsohn angeben, sendet diese Furche einen kurzen Ast in der Richtung zur Fissura ectosylvia anterior, ohne sie jedoch zu erreichen (z. B. Nr. 8 l. H.). Eine schöne kurze Furche zwischen beiden

Schenkeln der Fissura ectosylvia ist auf der rechten Hemisphäre des Gehirnes Nr. 12 zu sehen.

Zweite Bogenfurche. (Fissura suprasylvia = laterale Hauptfurche [Pansch]). Die Fissura suprasylvia ist eine konstante bogenförmige Furche, die oberhalb und außerhalb nach vorne und hinten von beiden Ästen der Fissura ectosylvia konzentrisch um die Fissura Sylvii zieht. Fast immer stellt sie einen ununterbrochenen Bogen dar, und nur in sehr seltenen Fällen ist die Fissura suprasylvia media von der Fissura suprasylvia posterior durch eine Windung getrennt. Pansch war der erste, der diese Beobachtung machte; diese seltene Variation zeigen 4 Hemisphären aus meiner Sammlung (Nr. 1 l. H., 15 r. H., 18 r. H., 24 r. H.).

Flatau und Jacobsohn unterscheiden an dieser Furche drei Schenkel: einen vorderen, einen mittleren und einen hinteren.

A. Fissura suprasylvia anterior — vorderer Schenkel der zweiten Bogenfurche — endigt gewöhnlich blind, zuweilen gegabelt (Nr. 3 l. und r. H., Nr. 24 r. H.); mit dem hinteren Ende geht diese Furche aus der Fissura suprasylvia media unter einem nach unten offenen mehr oder weniger stumpfen Winkel hervor. Mit ihrem unteren Ende biegt sie nach vorne um. Die Länge dieses Schenkels ist sehr variabel. Sie kann 11 mm erreichen, kann aber wiederum auch kaum 4,5 mm betragen. In einigen Fällen, wie schon oben angeführt, vereinigt sich dieser Furchenschenkel mit der Fissura ectosylvia anterior.

B. Fissura suprasylvia media. Dieser Schenkel der zweiten Bogenfurche zieht fast parallel der Mantelkante, indem er einen leicht konvexen Bogen zur Peripherie der Hemisphäre hin bildet. Ohne Zweige abzugeben, zieht dieser Bogen, von der Einmündungsstelle der Fissura suprasylvia anterior in denselben beginnend, nach hinten und nimmt, nachdem er eine Strecke von 11—20 mm zurückgelegt hat, hier unter mehr oder weniger rechtem Winkel den hinteren Schenkel — die Fissura suprasylvia posterior — auf. Zuweilen fällt an der unteren Seite der Fissura suprasylvia media, näher zu ihrem hinteren Ende, eine kleine Einkerbung auf, die — falls vorhanden — auf beiden Hemisphären des entsprechenden Gehirns zu finden ist (z. B. Nr. 3, 11, 21). Eine Beobachtung, die schon Pansch nach Gebühr berücksichtigt hat, ist die der Tiefenverschiedenheit dieser Furche an ihrem vorderen und hinteren Ende. Das vordere Ende ist im Mittel 4,8—5,0 mm tief, das hintere dagegen nur 3,1—3,3 mm, da in der Tiefe der Furche ein Wulst vorhanden ist, der, falls er sich

bis zur Oberfläche erhebt, die Fissura suprasylvia posterior von der Fissura suprasylvia media trennt, was auch zuweilen vorkommt (s. Nr. 1 l. H., 15 r. H., 18 r. H. und 24 r. H.).

C. Fissura suprasylvia posterior. Der hintere fast senkrechte Schenkel zieht von der Verbindungsstelle mit der Fissura suprasylvia media nach unten-hinten und erreicht sogar bisweilen den Hemisphärenrand (Nr. 5 l. H., Nr. 24 r. H.). An manchen Gehirnen ist der Beginn der Fissura suprasylvia posterior am hinteren Ende des mittleren Schenkels durch eine kurze Einkerbung nach oben gekennzeichnet (z. B. Nr. 9 r. H., 11 r. H., 13 r. H., 23 und 24 beiderseits). In der Regel gibt der hintere Schenkel keine Seitenäste ab; als Variation kommt es jedoch vor, daß ungefähr von der Mitte der Furche ein kurzer querer Ast zum hinteren Hemisphärenrande zieht (Nr. 7 beiderseits, 10 r. H., 18 l. H.).

Dritte Bogenfurche. (Obere oder longitudinale Hauptfurche [Pansch]). Im Gegensatze zur zweiten Bogenfurche ist diese fast nie ununterbrochen und besteht gewöhnlich aus 2 oder 3 voneinander getrennten Schenkeln. Im letzteren Falle sind alle drei Teile isoliert und bilden von vorne nach hinten folgende drei Furchen: 1) Fissura coronalis (Vorderschenkel), 2) Fissura lateralis (Mittelschenkel), 3) Fissura medilateralis (Hinterschenkel). Nun kommt es sehr häufig vor, daß die Fissura lateralis sich mit der Fissura medilateralis verbindet. Nach Krueg (II, S. 620) sogar etwas öfter verbunden, als nicht (30:25). Viel seltener ist die Fissura coronalis mit der Fissura lateralis verbunden. Unter 52 Fällen konnte ich es nur 2mal feststellen (Nr. 3 r. H., Nr. 13 r. H.). Einen Fall, wie der von Pansch (II, Taf. XIV, Fig. 23) abgebildete, wo alle drei Schenkel sich zu einer ununterbrochenen Bogenfurche verbinden sollten, habe ich nicht beobachtet.

A. Fissura coronalis. Diese konstante Furche ist sehr beständig in ihrer Lage und Form, zeigt keine Variationen, endigt blind, gibt niemals Seitenäste ab. Nur 2mal sah ich sie vollständig mit der Fissura lateralis verbunden (Nr. 3 r. H., Nr. 13 r. H.); ein drittes Mal (Nr. 14 l. H.) lag eine scheinbare Verschmelzung vor, da in der Tiefe eine Übergangswindung zutage trat. An einem Gehirne, Nr. 1 r. H., einem ausnahmsweise an Variationen sehr reichen Gehirne, erwies sich die Fissura coronalis oberflächlich mit der Fissura suprasylvia media verbunden. Betrachtet man ein ganzes Gehirn von vorne oben und denkt sich die Enden beider Fissurae coronales verbunden, so wird dadurch ein Kranz entstehen um das von beiden

Fissurae cruciatae mit der Medianspalte gebildete Kreuz. Die Beziehungen der Fissura coronalis zu den benachbarten Furchen erhellt aus den beigelegten Tabellen.

B. Fissura lateralis. Als ganz selbständigen Schenkel fand ich diese Furche unter 52 Fällen 21 mal; 2 mal, wie erwähnt, war sie mit der Fissura coronalis verbunden; 29 mal war sie mit der Fissura medilateralis vereinigt. Ihr vorderes Ende liegt hinter über der Fissura coronalis und 6—10 mm hinter der Fissura cruciata und endet vorne stets mit einer Gabelung. Der obere längere Ast dieser Gabelung, der nach vorne medialwärts zieht, wird speziell als Fissura ansata bezeichnet. Die Fissura ansata endigt in der Regel blind; und nur 2 mal habe ich an ihrem Ende eine oberflächliche Gabelung beobachtet (Nr. 18 l. H., Nr. 25 l. H.). An einem anderen Gehirne (Nr. 7 l. H.) geht von der Fissura ansata ein kurzer Ast in der Richtung zur Mantelkante ab. An einer dritten Hemisphäre (Nr. 12 r. H.) mündet die Fissura ansata mit ihrem vorderen Ende in eine kurze quere Furche ein und macht so den Eindruck einer Gabelung. Die eben genannte kurze quere Furche kommt, wenn auch nicht beständig, so doch recht oft vor und hat ihre Lage zwischen folgenden drei Furchen: hinter der Fissura cruciata, vor der Gabelung der Fissura lateralis, oberhalb der Fissura coronalis.

Der untere Ast der Fissura lateralis endigt blind und ist etwas kürzer, als der obere Gabelungsast. Er nimmt die Fissura coronalis auf, falls es zu einer Verbindung der letzteren mit der Fissura lateralis kommt. Der mittlere Teil unserer Furche zieht fast parallel der Mantelkante. Er ist nur selten leicht geschlängelt; er weist in der Regel — näher zum vorderen, als hinteren Ende — eine typische Knickung auf mit der Spitze zur Mantelkante hin. Von der Spitze dieser Knickung zieht zuweilen ein mehr oder weniger tiefer Ast zur Mantelkante, ohne diese jedoch zu erreichen (z. B. Nr. 7 l. H., 20 r. H., 21 r. H., 22 l. H.). In den Fällen, wo die Fissura lateralis mit der Fissura medilateralis verbunden ist, nähert sie sich am hinteren Ende ein wenig mehr der Mantelkante, um dann bogenartig in die Fissura medilateralis überzugehen. Die Übergangsstelle beider Furchen ineinander weist die verschiedensten Variationen auf, und ein Blick auf die Abbildungen wird in diesem Falle viel belehrender sein, als eine Flut von Worten.

C. Fissura medilateralis. Diese Furche beginnt gewöhnlich etwas mehr nach vorn, als wo die Fissura lateralis aufhört und liegt mit ihrem Anfangsteile zwischen der letzteren und der Mantel-

kante. Zuweilen (Nr. 11 l. H., 13 beiderseits, 25 r. H.) ist das vordere Ende dieser Furche recht lang, zuweilen unterbrochen und aus einigen Segmenten bestehend (Nr. 1 r. H., 10 l. H., 17 und 24 beiderseits). Einige Forscher werfen hierbei die Frage nach einer Fissura confinis auf. Dieses Material kann darüber leider absolut keine Aufklärung geben. Der größte Teil der Furche zieht parallel dem Hemisphärenrande, und nur der untere Teil macht eine Biegung nach vorn zur Fissura suprasylvia posterior hin, ohne in der Regel die letztere zu erreichen.

Pansch (II, S. 215) hat einen Fall, in dem die Fissura medilateralis in die Fissura suprasylvia posterior einmündet, beschrieben und abgebildet. Ich machte diese Beobachtung an zwei Hemisphären (Nr. 1 l. H., Nr. 8 r. H.).

Fissura praesylvia (vordere senkrechte Hauptfurche [Pansch]). Eine nie fehlende Furche, die ganz am vorderen lateralen Ende des Gehirns liegt. 6—12 mm vor der Fissura Sylvii steigt sie auf den ersten Blick aus der Fissura rhinalis anterior empor und zieht in einem nach vorn leicht konvexen Bogen in der Richtung zur Mitte der Fissura cruciata hin; 2,5—7 mm vor derselben findet sie jedoch ihr Ende und mündet nie in die Fissura cruciata ein. Von allen Autoren wird angegeben, daß diese Furche nach oben hin immer blind ende. Unter meinen 52 Hemisphären habe ich 2mal als Variation eine kleine Gabelung am Ende der Furche bemerkt (Nr. 16 r. H., Nr. 23 r. H.). Beim Auseinanderziehen der Ränder der Fissura rhinalis anterior überzeugt man sich, daß die Fissura praesylvia nicht in die Fissura rhinalis einmündet, sondern parallel derselben weiter nach hinten zieht und sich dann verliert.

Fissura diagonalis (Krueg, Martin). Eine kurze, fast nie fehlende Furche. Ihre Lage wird durch folgende Furchen begrenzt: von unten durch die Fissura rhinalis anterior, von vorn durch die Fissura coronalis, von hinten durch die Fissura ectosylvia anterior bzw. Fissura Sylvii. Nur 3mal sah ich sie mit der Fissura ectosylvia anterior vollständig verschmolzen (Nr. 10 l. H., 23 l. H., 25 l. H.), an zwei andern Hemisphären (Nr. 14 l. H., Nr. 26 l. H.) fand ich beim Auseinanderziehen der Furchenränder eine ganz schmale Windung zwischen beiden Furchen, und nur noch in Nr. 18 l. H. ist die Fissura ectosylvia anterior oberflächlich mit der Fissura diagonalis verbunden. Die Richtung der in Frage kommenden Furche ist eine sehr variable. Zuweilen ist sie ganz horizontal, zuweilen wiederum ganz steil und schlägt eine der Fissura ectosylvia

anterior parallele Richtung ein. Zuweilen ist sie sternförmig verästelt.

Fissura splenialis (mediale Hauptfurche [Pansch]). Sie ist die bedeutendste Furche der medialen Fläche des Großhirns. Diese Furche beherrscht nicht nur die mediale, sondern auch die Kleinhirnfläche, wo sie 1—5 mm vom hinteren Hemisphärenrande und 3,5—7 mm oberhalb der Fissura rhinalis posterior beginnt. Hier beginnend, schickt sie einen kurzen Ast zur Fissura Hippocampi[1], ohne ihn jedoch zu erreichen, und zieht dann nach vorn median aufwärts, schneidet den Randwulst, der die Kleinhirnfläche von der Medianfläche trennt, und kommt so auf die mediane Fläche des Gehirns zu liegen. An dieser Stelle liegt die Furche 2—4,5 mm oberhalb des Splenium corporis callosi, was ungefähr, beim entsprechenden Gehirne, ein Drittel der Entfernung der Mantelkante vom Splenium corporis callosi an diesem Orte beträgt. An der Medianfläche zieht die Fissura splenialis anfangs parallel der Mantelkante, nachher aber, etwa bis zur Mitte des Corpus callosum gelangt, entfernt sie sich immer mehr vom Balken und nähert sich der Mantelkante, ohne sie — in der Regel — zu erreichen. An fünf Hemisphären jedoch konnte ich ein mehr oder weniger tiefes Kreuzen der Mantelkante von der Fissura splenialis feststellen (Nr. 8 l. und r. H., 16 l. und r. H., 25 l. H.). Gewöhnlich endigt sie blind, mehr nach vorn als die Fissura crucialis und liegt oberhalb der letzteren. Vom eventuellen Ineinanderfließen der beiden letztgenannten Furchen ist schon die Rede gewesen beim Besprechen der Kreuzfurche.

Von besonderem Interesse ist folgende von mir gemachte Beobachtung. Flatau und Jacobsohn lassen bei der Beschreibung der Fissura splenialis folgende Bemerkung fallen: »Die Ränder der Furche bleiben glatt, dieselbe gibt keine Seitenäste ab. Speziell sieht man keinen Ast nach oben abgehen, welcher der Fissura cruciata minor beim Hunde (nach Ellenberger und Baum) entspräche« (S. 270). Daß diese Behauptung nicht ganz berechtigt zu sein scheint, erhellt aus den photographischen Abbildungen meiner Katzenhirne Nr. 1 l. H., 7 l. H., 10 r. H., 15 l. H., 20 r. H. Beim Gehirne Nr. 1 zieht die Fissura splenialis nach Abgabe des fraglichen Astes noch eine kurze Strecke nach vorn, so daß der Ast nicht als steil aufsteigendes Ende der Furche selber betrachtet werden kann. Bei Nr. 7

[1] Nur in einem Falle (Nr. 23 r. H.) endigt die Fissura splenialis, ohne einen Ast zur Fissura Hippocampi zu geben.

tritt die Existenz einer Furche, die der Fissura cruciata minor beim Hunde gleichgestellt werden kann, noch weniger zweifelhaft zutage, da in diesem Falle die Fissura cruciata in die Fissura splenialis einmündet und die letztere nach Aufnahme der Fissura cruciata noch eine kurze Strecke nach vorn zieht. Nr. 15 muß natürlich entweder in derselben Weise gedeutet werden, oder es muß eine Schlußgabelung der Fissura splenialis zugegeben werden, wobei der untere Ast dieser Gabelung mit der Fissura cruciata eine — in diesem Falle tiefe — Verbindung eingeht.

Fissura suprasplenialis. Diese Furche hat ihre Lage, wie es ihre Benennung zeigt, oberhalb der Fissura splenialis. Es ist eine fast nie fehlende flache Furche von sehr variabler Länge. Zuweilen (z. B. Nr. 1) steht sie in ihrer Ausdehnung kaum der Fissura splenialis nach, zuweilen dagegen wird sie durch eine kaum wahrnehmbare, ganz oberflächliche Vertiefung angedeutet. Gewöhnlich beherrscht sie nur die mediale Fläche der Hemisphäre und zieht parallel der Fissura splenialis, zwischen dieser und der Mantelkante, ungefähr auf gleicher Entfernung von beiden. Seltener zieht sie bis auf die Kleinhirnfläche und verbindet sich dort mit der Fissura postsplenialis.

Fissura postsplenialis ist eine kurze flache, zuweilen fehlende Furche, die auf der Kleinhirnfläche zwischen der Fissura splenialis und dem Hemisphärenrande liegt; wie eben erwähnt, verbindet sie sich zuweilen mit der Fissura suprasplenialis. Mit dem Anfangsteile der Fissura splenialis auf der Kleinhirnfläche konfluiert sie nicht.

Fissura genualis ist eine meistens vorhandene, vor dem Genu corporis callosi gelegene, oberflächliche, in ihrer Form sehr variable Furche.

Die Fissura Hippocampi ist konstant und zeigt keine Abweichungen, ebenso der Sulcus corporis callosi.

Fissura rhinalis, eine konstante Hauptfurche, wird zur Orientierung in zwei Furchen geteilt: in die 1) Fissura rhinalis anterior und in die 2) Fissura rhinalis posterior oder Fissura postrhinalis. Das ist die Furche, welche die laterale Fläche des Großhirns von seiner basalen Fläche teilt und den Lobus piriformis von der übrigen Hirnrinde trennt. Von der Fissura Sylvii beginnend nach vorn bis zum Beginne des Bulbus olfactorius nennt man sie Fissura rhinalis anterior; von der Fissura Sylvii dagegen nach hinten bis auf die Kleinhirnfläche hinaus wird dieselbe Furche als Fissura postrhinalis

bezeichnet. An der Kleinhirnfläche endigt die Furche, wie auch Flatau und Jacobsohn angeben, blind oder gegabelt. Es ist eine sehr beständige und fast gar nicht variierende Furche. Nur ein einziges Mal fand ich (Nr. 18 l. H.) unter der Gabelung eine kurze, lateralwärts gerichtete Einkerbung an der Fissura postrhinalis. Die zweite Beobachtung besteht darin, daß an einer Hemisphäre (Nr. 16 l. H.) der lateralwärts ziehende Ast der Schlußgabelung ungewöhnlich lang wird, den Hemisphärenrand oberflächlich kreuzt und erst in der Nähe der Fissura suprasylvia posterior sich verliert.

Rückblick.

An erster Stelle möchte ich die Unmöglichkeit betonen, nach der Tiefe, Länge und Variabilität der Hirnfurchen das Geschlecht der Katze zu bestimmen. Auch läßt es sich nicht feststellen, ob die linke oder rechte Hemisphäre zu Variationen prädisponiert sind.

Beim Vergleichen der Katzenhirne mit solchen andrer Felidae zeigt sich eine so große Ähnlichkeit, daß man fast bis in die Details hinein das Gehirn der größten Repräsentanten der Felidae als ein großes Gehirn der Hauskatze betrachten könnte. Schöne Abbildungen von Gehirnen der Felidae findet man bei vielen Autoren. So sieht man bei Krueg auf Taf. XXXV schematische Abbildungen von *Felis cattus*, *Felis domestica*, *Felis pardalis*, *Cynailurus jubatus*, *Leopardus pardus*, *Leopardus antiquorum*, *Puma concolor*, *Leo*. Pansch gibt ebenfalls nur schematische Abbildungen der Gehirne von *Felis domestica*. Meynert reproduziert schematische Abbildungen der Großhirnfurchen bei der Wildkatze und dem Löwen. Eine recht schöne Ober- und Lateralansicht des Gehirns einer Löwin finden wir bei V. Familiant. Auf den Abbildungen von Th. Meynert (Fig. 17) und V. Familiant (Taf. I Fig. 1) sieht man eine Furche abgebildet, die auf den ersten Blick eine dem Katzenhirne ganz fremde Bildung darstellt. Es ist die von Meynert mit einem Sternchen, von Familiant mit dem Buchstaben *a* bezeichnete Furche. Aus der Figur Nr. 8 derselben Meynertschen Arbeit erhellt, daß die fragliche Furche nichts andres ist als die Fortsetzung der den Mantelrand überschreitenden Fissura splenialis (S. occ. Meynert). Ob es sich bei Familiant um dasselbe handelt, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, da die Verfasserin weder eine Abbildung noch eine Beschreibung der medialen Fläche des Gehirns gibt. Daß wir es hier mit einer Variation und nicht mit einer beständigen

Erscheinung zu tun haben, ist leicht aus andern Abbildungen von Löwenhirnen zu ersehen (s. Krueg, II, Taf. XXXV, Meynert, Fig. 23, S. 286). Von derartigen Überschneidungen der Mantelkante durch die Fissura splenialis bei der Katze ist bereits oben die Rede gewesen.

Von den andern Carnivorenhirnen stehen dem Katzenhirne am nächsten die der Canidae, und unter diesen das Hundehirn (*Canis familiaris*).

Abgesehen von der nach vorn länglicher verlaufenden Form und Größe des Großhirns existieren bekanntlich spezifische Unterschiede in der Furchenornamentik des Hundehirns im Vergleiche mit der der Katze. Existieren sie denn aber auch mit absoluter Sicherheit?

1) Bei der Katze ist die untere Bogenfurche in zwei Furchen getrennt: in die Fissura ectosylvia anterior und die Fissura ectosylvia posterior. Noch hat bis jetzt kein einziger Forscher diese beiden Furchen bei der Katze verbunden beobachtet. Beim Hunde dagegen sind diese zwei Furchen fast immer durch eine Fissura ectosylvia media verbunden. Es kommen jedoch, wie es unter andern auch Th. Ziehen (S. 695) angibt, auch solche Fälle zur Beobachtung, wo beim Hunde ebenfalls der mittlere Schenkel fehlt und das Verhalten der Fissura ectosylvia anterior und ectosylvia posterior zueinander ganz dem Verhalten bei der Katze entspricht.

2) Bei der Katze ist die Fissura cruciata von der Fissura splenialis gewöhnlich getrennt, beim Hunde sind diese beiden zueinander gehörenden Furchen in der Regel verbunden. Sie sind jedoch zuweilen beim Hunde getrennt und bei der Katze nicht selten verbunden.

3) Bei der Katze wird von den Autoren das Vorkommen eines Astes der Fissura splenialis in der Richtung zur Mantelkante geleugnet, beim Hunde wird ein derartiger Ast beobachtet und auf den Vorschlag von Ellenberger und Baum Fissura cruciata minor genannt. Sie ist bei Flatau und Jacobsohn sehr schön abgebildet (s. Taf. III Fig. 4 *g*). Mein Material hat mich jedoch von der Existenz dieser Furche bei der Katze überzeugt. Diese Furche kann daher für das Hundehirn als Charakteristikum nicht in Betracht kommen.

4) Bei der Katze konfluiert die Fissura rhinalis posterior niemals mit der Fissura splenialis, beim Hunde dagegen fast immer.

5) Bei der Katze ist die Insula rudimentär, beim Hunde ist sie als kleine dreieckige, schlecht entwickelte Insel vorhanden.

Es gibt also, abgesehen von der Fissura ectolateralis und einigen Nebenfurchen beim Hunde, unter den Furchenbeziehungen kein absolutes Kriterium, um ein Katzenhirn von einem Hundehirn theoretisch zu unterscheiden. —

Anhang:

	Nr. 1 ♀		Nr. 2 ♀		Nr. 3 ♀		Nr. 4 ♀		Nr. 5 ♀		Nr. 6 ♀		Nr. 7 ♀	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
I. Laterale Fläche.														
Fissura Sylvii.														
Ist lang	7[1]	7	7	7	7	5,5	7,5	6,5	8	6,5	6	9	9	10
Ist tief	3	3	3,5	3	4	3	3	3,5	3	3	4	3	3	3
Fissura cruciata.														
Wieviel über dem Corpus callosum	3	3	4	4	3,5	3,5	3	4	3,5	4	3,5	3,5	4	3
Wie weit von der Fiss. splenialis entfernt	3	0	3	3,5	3,5	3	4	2	3	3	3	3,5	0	3
Wie tief an der medialen Linie	7	6	6	5,5	5,5	6	6	6,5	7,5	7,5	6	6	6	6
Wie lang auf der konvexen Fläche	9,5	8,5	6,5	7	8	8	7	7,5	8	8	5	7	7,5	7
Wie weit von der Fiss. coronalis entfernt	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	6	6	5	5
Fissura ectosylvia.														
I. Vorderschenkel.														
Ist lang { Fiss. ectosylvia ant.	16	14,5	10	11	11	12	13	13	12,5	12,5	13	11	13	12
Ist lang { Fiss. diagonalis	11	6	4	4	6	5	7	7	7	7	2	3,5	4	7,5
Ist tief { Fiss. ectosylvia ant.	6	5	4	4	6	5,5	6	4,5	5	5	5	4	5	5,5
Ist tief { Fiss. diagonalis	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,5	3	3	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5
Ihr oberes Ende ist von der Fiss. suprasylvia ant. entfernt	3	2	4,5	6	3,5	1,5	1,5	1	4	2	3	3	3	3
Das untere vordere Ende liegt hinter der Fiss. praesylvia	3	3	3,5	3	3	2,5	3	3	6	2	4	3	4	3,5
Die Fiss. diagonalis liegt hinter der Fiss. coronalis	3,5	5	8	9,5	9	9	5	4,5	5	5	5	9	8	9
Die Fiss. ectosylvia ant. ist von der Fiss. Silvii entfernt	3,5	3,5	5	5	4	4	2	4	4	4	5	5	2.5	3
II. Hinterschenkel.														
Ist lang	15	16	14	13	14	14	13	15	17,5	15	12,5	11	14	17
Ist tief	3	4	4	4	4,5	4	3,5	4	4,5	3	3	3	4	3,5
Wie weit von der Fiss. suprasylvia med. entfernt	2	4	5	5,5	3	4,5	4	3,5	3	4	4	5,5	5	5

[1] Alle Zahlen bedeuten Millimeter.

Meinen hochverehrten Chef, Herrn Prof. Dr. A. Rauber, bitte ich für die freundliche Unterstützung, die er mir auch bei dieser Arbeit zukommen ließ, meinen besten Dank auch an dieser Stelle entgegennehmen zu wollen.

Maßtabellen.

Nr. 8 ♀		Nr. 9 ♀		Nr. 10 ♀		Nr. 11 ♀		Nr. 12 ♀		Nr. 13 ♀		Nr. 14 ♀		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
6	6	6,5	7	3,5	6	8	7	7	7	5	6	2,5	8	2,5	5,5	9	10	6,4	7,5
4	3,5	3	3,5	2	2,5	3	4	3	3	3	3,5	3	4	2	2,5	4	4	3,2	3,5
3	3,5	3,5	4	2,5	3	3,5	3,5	4	4	3	3,5	3	3	2,5	3	4	4	3,3	3,5
4	4	4	4	3	1	3,5	3,5	3	2,5	4	3	3,5	4	3	1	4	4	2,3	3
6	6	6	6	6	6,5	7	6	7	8	7	7	6	6	5,5	5,5	7,5	8	6,3	6,3
9	8	7,5	7,5	10	8	7,5	7	6,5	5	9	8	7	8	5	5	10	8,5	7,7	7,4
6	6	5,5	5	5	5,5	5,5	5,5	6	5	5,5	5	5	5	4	4	6	6	5,6	5,1
11	11	12	11	11	14	13	12	12	11,5	11	8	13	11	10	8	16	14,5	12,2	11,7
4,5	5	6	10	5,5	3,5	7,5	7	7	7	4	7	8	7,5	2	3,5	11	10	5,9	6,2
5	4	4,5	4	4,5	5	5,5	5	6	5	4,5	4	5,5	5,5	4	4	6	5,5	4,9	4,7
4	3	1,5	2,5	2	3,5	3	2,5	3	3	2	3	4	3	1,5	2,5	4	3	2,6	2,4
4,5	4,5	4	4	2	2	0	0	3,5	3	1	2	0	0	1	1	4,5	6	2,6	2,4
3	4	3	3	3	3	3,5	3,5	3	2,5	4	2	3	3	3	2	6	4	3,5	2,9
4	4,5	8	10	5,5	5,5	5	5	5	4,5	5	2	5	5	3,5	2	9	10	5,8	6,2
2	3	6	5	4,5	4	5	5	3,5	4,5	3	3	8	5	2	3	8	5	4,1	4,1
15	13	14	15,5	10	11,5	17	17	14,5	16	13,5	13	13,5	15,5	10	11	17,5	17	14,1	14,4
4	4	5	4	3	3,5	3	3,5	4	5	4,5	4	4	3,5	3	3	5	5	3,8	3,8
5	5	4,5	6	4	3,5	3,5	4	7	4,5	4	4	3,5	3,5	2	3,5	7	6	4,1	4,4

	Nr. 1 ♀		Nr. 2 ♀		Nr. 3 ♀		Nr. 4 ♀		Nr. 5 ♀		Nr. 6 ♀		Nr. 7 ♀	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
Wie weit oberhalb der Fiss. postrhinalis	5	5	5	5	5	5	5	4,5	5	6,5	5	5	5	5
Wie weit nach hinten vom oberen Ende der Fiss. Sylvii	4	5	4,5	4,5	4	4	3	3	5	5,5	4,5	2	4,5	5,5
Fissura suprasylvia.														
I. Vorderschenkel.														
Wie weit der Anfang von der Mantelkante entfernt .	15	15	12	13	13,5	14	13	13,5	15	13,5	13,5	13	15	13,5
Wie weit entfernt vom vorderen Hemisphärenrand .	16	15,5	15	15	18	16	14	14,5	13	15	15,5	16	17	17
Wie lang.	9,5	11	10	11	5,5	6	9	10	8	9	6	8	8	8
Wie tief am Abgange vom mittleren Schenkel . . .	4,5	5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	4	5	5	5	5	4	4,5
II. Mittelschenkel.														
Wie weit von der Fiss. lateralis entfernt	5	5	5,5	5,5	5	5	5	5	5,5	5,5	6	6	5	5,5
Wie weit von der Mantelkante entfernt	11	11	11	10	11	11,5	11	11	9	9	12	11,5	10	11
Wie weit von der oberen Spitze der Fiss. Sylvii . .	14	14	12	12	13	13	11,5	12	13	15	12	11	12	11
Wie weit vom Beginne des Mittelschenkels bis zum Hemisphärenrand	19	19	20	19	21	17	18	17	17	20	18	19	19	18
Wie weit vom Ende des Mittelschenkels bis zum Hemisphärenrand	9	8,5	7	8	7,5	9	6	7	9	7	8,5	9	9	9
Wie lang ist der ganze Mittelschenkel	20	18	14	14,5	13	13	18	18	14	15	15	14,5	15,5	16
Wie tief der Vorderteil . .	4	4	5,5	5	5,5	5.5	5	3,5	5	5	5	5	5	5
Wie tief der Hinterteil . .	3	3	3	3,5	3	3	3	3	3	3,5	3	3	3.5	3,5
III. Hinterschenkel.														
Wie weit entfernt von der Fiss. ectosylvia post. . .	8	9	6	5,5	5	5	6	8	6	6	5,5	5	6	5
Wie weit entfernt am Beginne von der Fiss. medialateralis	0	5	5	6	5	6	4,5	4,5	5,5	5	6	5	5,5	6
Wie weit entfernt vom Hemisphärenrand	1	7	7	7	6	7	6	7	7	8	8,5	8,5	6	8
Wie weit ist das untere Ende von der oberen Spitze der Fiss. Sylvii	6	11	10	10	9,5	9,5	8	8,5	11	12,5	9	7,5	10	12
Wie weit von der Fiss. postrhinalis	4,5	4	4,5	5	4	1	5	4	3,5	3,5	4,5	3,5	5	7

Nr. 8 ♀		Nr. 9 ♀		Nr. 10 ♀		Nr 11 ♀		Nr. 12 ♀		Nr. 13 ♀		Nr. 14 ♀		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
5	6	6	5	5	5	5	4,5	5	5	4,5	7	6	5	4,5	4,5	6	7	5,1	5,2
3,5	4	4	3	6,5	5	3	4	5	5	6,5	6	5	5	3	2	6,5	6	4,5	4,4
14	14,5	14	13,5	15	14	13,5	13	14	13,5	14	13,5	13	14	12	13	15	15	13,9	14,6
16,5	15,5	16	15,5	19	19	16	14	17	17	11	14	16	16	11	14	19	19	15,7	15,7
9	9	8	8	6,5	7,5	8	9	9	9	7	8	8	8	5,5	6,6	10	11	8,3	8,6
5,5	5	4	5	4	4	4,5	5	5	5	5	6	5,5	4,5	4	4	5,5	6	4,8	4,8
6	6	6,5	6,5	6	6	5,5	5,5	6	6	5	6	5.5	6	5	5	6.5	6,5	5,5	5,6
12	11	11	10	12	12	11	11	10	10	11	12	11.5	11	9	9	12	12	10,9	10,9
13	13	14	14	15	13	12	12	13	12	13,5	11	14	12	11,5	11	15	15	13,7	12,5
20	17	21	21	21	20	18	16	16,5	17	16	14	17	16	16	14	21	21	18,6	17,8
8	8,5	9	9	9	9	6,5	8	8,5	7	8,5	8	8	8	6	7	9	9	8,1	8,2
11	14,5	14	15	15	16	15	14	17	16	12,5	14	14	14	11	13	20	18	14.8	15.1
5,5	6	4,5	4	4	4,5	5	5	6	5,5	5,5	6	6	5	4	3,5	6	6	5	5
4,5	4,5	3,5	4	2	2,5	3	3	3	3	5	3,5	4	3,5	2	2,5	5	4,5	3,3	3,3
4,5	5	5,5	5,5	8,5	7	6	6	6	7	5	5	7	6	4,5	5	8,5	9	6	6,1
5	5	5	5	6	5	4,5	5,5	6	6	6,5	7	5,5	5	4,5	4,5	6,5	7	5,1	5,4
7	8	9	9	8,5	8	6	7	8	7	8	8	7,5	8	6	7	9	9	7,2	7,7
10	10	10	10	13.5	12	10	10	11.5	11	11	13.5	10	9,5	6	7,5	13.5	13,5	9,9	10,5
5	4,5	5	4,5	5	4,5	4	5	4	5	4,5	4,5	5	5	3,5	1	5	7	4,5	4,3

	Nr. 1 ♀		Nr. 2 ♀		Nr. 3 ♀		Nr. 4 ♀		Nr. 5 ♀		Nr. 6 ♀		Nr. 7 ♀	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
Wie lang	21,5	8	14	15	14	16	14	14,5	16	16	13,5	14	15	12
Wie tief	3	3	4	4,5	3	3	3	3,5	3	3	3	3,5	4	4,5
III. Bogenfurche.														
Fissura coronalis.														
Das obere Ende von der Fiss. lateralis entfernt	6	3,5	3,5	3	3,5	0	3	4	3,5	4	4	4	3	0
Wie weit von der Mantelkante entfernt	11	11	8,5	7,5	8	0	8	9	9	8	8,5	8,5	9	5
Das untere Ende hinter der Fiss. praesylvia	6	3	4	3,5	4,5	4,5	3	3	4,5	2,5	3	5	3	4,5
Wie lang	13	18	12	12	11	16	12	12	11	15	9	10	11	10
Wie tief	2,5	3	3,5	3	3	3	3,5	3	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3
Fissura lateralis.														
Ihr vorderes Ende liegt hinter der Fiss. cruciata	8	9,5	8	8	9	8	7,5	7.5	7	8,5	8,5	8,5	7.5	7,5
Ihr vorderes Ende liegt von der Mantelkante entfernt	7	5	6	6	6	5	5,5	5.5	5.5	6	5	5	5,5	5
Wie lang die Gabelungsäste: Fiss. ansata	4,5	4,5	5	6	6	5	5,5	5.5	6	6	6	6	6	6
Wie lang die Gabelungsäste: unterer Ast	4,5	9,5	2,5	2,2	3	0	3,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	6	0
Wie weit Fiss. ansata hinter der Fiss. cruciata	10	8	3	3	4	4	4	3	3,5	3	4,5	5	3,5	3
Wie weit von der Mantelkante entfernt	1	0	2	2,5	2	2	2	2	3	2,5	3	3	3	2,5
Wie lang	2,2	19	17	16	14	17	21	19	20	18	17	17	22	20
Wie tief	4	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	3	4	4	4	4
Fissura medilateralis.														
Wie weit ist ihr oberes Ende von der Mantelkante entfernt	5	4	3	3	3,5	3,5	4,5	5	3,5	4	4	3	3,5	4,5
Ihr hinterer Abschnitt vom Hemisphärenrand entfernt	3	3	2,5	3	3	4	3	3	3	3,5	3	3,5	2	3
Ihr unteres Ende vom Hemisphärenrand entfernt	6	6	4	4,1	3	3,5	3	4	3,5	3,5	3	3	4	5,5
Ihr unteres Ende hinter der Fiss. suprasylvia posterior	0	1	3,5	2	3	3	3.5	2	4	4	4,5	4	3,5	4,5
Wie lang	18	21	16,5	17	20	16	18	15	22	20	18	18	7,5	8,5
Wie tief	3	flach	2,5	2	3	2,5	flach	3	2	2	2	2,5	2,5	2,5
Fissura praesylvia.														
Ist von der Fiss. Sylvii entf.	9,5	8	11	11	6	9	9	9	7	7,5	10	9	9	9
Der mittlere Teil ist vom vorderen Hemisphärenrande entfernt	5	6	4	4	5,5	5	4,5	4,5	5	5,5	5	5,5	5	5
Der obere Teil ist vom vord. Hemisphärenrande entfernt	3,5	3	3,5	3	4	4,5	3	3	4	4	4	4	3,5	4

Nr. 8 ♀		Nr. 9 ♀		Nr. 10 ♀		Nr. 11 ♀		Nr. 12 ♀		Nr. 13 ♀		Nr. 14 ♀		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
12	12	13	15	12,5	12.5	14	14	15	15	14	14,5	13,5	13,5	12	8	21,5	16	14,4	13,7
3	4	3	3	3	3	3,5	3,5	4,5	4,5	4	4	4	4,5	3	3	4,5	4,5	3,4	3,7
3	4	4,5	5	4,5	4,5	4	1	3	3	4	4,5	0	3,5	3	1	6	8,5	3,8	4
8,5	10	10	6	10	10	9,5	8	11	9	11	8	0	10	8	5	11	11	9,5	8,4
4	4	3	3	5	4,5	3	3	4	3	4	4,5	3,5	3,5	3	2,5	6	5	3,9	3,6
13	10	15	16	13	12	11	10	10	11	10	15	17	10	9	10	17	18	12	12,6
4,5	4,5	4	4	3	3	3	3	4	3,5	3,5	4	3,5	4	2,5	3	4,5	4,5	3,5	3,4
10	8,5	8	8	8	8	7	7	9	9,5	7	8	7	7	7	7	10	9,5	7,9	8,1
7,5	7	6,5	6,5	6	6	7	6,5	6	6	7	7	6	5,5	5	5	7,5	7	6,2	5,8
9	8	6	8	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	4,5	4,5	9	8	6	5,9
2	5	4	4	4	4,5	3,5	3	4	4	3,5	5	0	3,5	2	2,2	6	9,5	3,6	4,3
4	4	4	5	4	4	3,5	3	5	4,5	3,5	3,5	4	4,5	3	3	10	8	4,3	4,1
3,5	2,5	3	1	3,5	3	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	2	3	1	1	3,5	3	2,5	2,4
17	19	21	17	19	19	20	19,5	23	22	19	20	18	20	14	16	23	22	19	16,1
3	3	4	4,5	3,5	3	3,5	4	4	4	4	3,5	4,5	4,5	3	3	4,5	4,5	3,7	3,6
4	5	5	4	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	3	3	5	5	3,7	3,8
3,5	4	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	3	3,5	3	4	4	3,5	3,5	2	2,5	4	4	3	3,3
4	4,5	3	5,5	3	2	3	4	3,5	4	5	4	4,5	3	3	2	6	6	3,7	4
4	0	5	2	4	4,5	4	3	3	3	2	4	2,5	3	2	1	5	4,5	3,6	3
18	21	18	13	18,5	7/12	12	18	14	14	21,5	18	18	14	7.5	8,5	22	21	17,6	16,6
2,5	2,5	2	2,5	2	3	2	2	2	2	2	1,5	4	3.5	2	1,5	4	3,5	2,2	2,2
9	9	8	8	7	7,5	9	9	10	9	9	8,5	8	8	6	7,5	11	11	8,7	8,7
5	5	4	5	6	6	5,5	5	5	5	5	5,5	5	5	4	4	6	6	4,7	5.1
4	3,5	3,5	3,5	5	5	3,5	3,5	3	3	3	3,5	4	4	3	3	5	5	3,7	3,7

	Nr. 1 ♀		Nr. 2 ♀		Nr. 3 ♀		Nr. 4 ♀		Nr. 5 ♀		Nr. 6 ♀		Nr. 7 ♀	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
Der obere Teil ist entfernt von der Fiss. cruciata . .	4,5	5	3,5	3,5	4	4	3	3	3	3	4,5	4,5	3	2,5
Ist lang	12	12	10	10	11,5	10	10	10	18	17	10	10	12	12
Ist tief	4	4	3,5	3	4,5	4,5	4	4	5	4,5	4	3,5	4,5	4,5
II. Mediale Fläche.														
Fissura splenialis.														
Fängt wie weit vom hinteren Hemisphärenrande an . .	2,5	2	3	3	5	2,5	2	1,5	1,5	2,5	3	2,5	3	2
Wie viel oberhalb der Fiss. rhinalis	4	4,5	4,5	5	5	4	6	5	5	4,5	4,5	3,5	4	4,5
Ist beim Übergang auf die med. Fläche vom Splen. c. c. entfernt	3,5	3,5	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3	3	4,5	3
Nach der Knickung vom Corp. call. entfernt	5,5	5	5	5	7	6,5	6	5	7	7	6	7		6
Das obere Ende von der Mantelkante entfernt . .	2,5	0	1	1,5	2	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5		2
Liegt oberhalb der Fiss. cruc.	3	0	4	4	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4		3
Liegt nach vorn von der Fiss. cruciata	6	0	4	4	2	3	3,5	3,5	3	3	2	3		2,5
Ist lang	31	29	30	29	30	29	32	33	34	32	31	30	34	32,5
Ist tief	5	5	3,5	3,5	4	4	3	3,5	5	4,5	5	4	4	4,5
Fissura suprasplenialis.														
Liegt oberhalb der Fiss. splen.	3	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3	2,5	sehr oberflächlich	2,5	2,5
Liegt hinter der Mediankante	2,5	2,5	2,5	3	3	3	2,5	3	3	3	3		3	3
Liegt hinter dem Anfang der Fiss. splenialis	2,5	0	8	9	9	7,5	8	8	11	11	7,5		12	6
Ist lang	12	25	5,5	10	10	9	15,5	22	9	9	10		13	sehr flach
Ist tief	sehr flach		sehr flach		sehr flach		1	1	sehr flach		flach		1	1,5
Fissura postsplenialis.														
Ist von der Fiss. splen. entf.	4	4			3	3	4,5	3,5	4	3,5	4	3,5	4,5	3,5
Ist vom hint. Hemisphärenrande entfernt	5	5			4	3	3	4	4	5	3,5	4	4,5	4
Fissura rhinalis.														
Ist tief.	2	2	2	1,5	3	2	2	2	2,5	3	2	2	2	2
Fissura postrhinalis.														
Ist hinten vom Hemisphärenrande entfernt	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3	4	4,5	5	3,5	3,5	4	4
Ist bis zur Gabelung lang .	17	18	18	20	20	20	18	19	20	20	19	18,5	19	21
Ist tief	2,5	1,5	2	2	3	3,5	2	2	2	2	3	2,5	2	2
Länge der Hemisphäre . .	35	35	35	35	35	35	33,5	33	37	37	37	37	38	37,5
Breite der Hemisphäre . .	16	16	18	17,5	17,5	17	18	18	18	18	17,5	17	16	16
Höhe der Hemisphäre . . .	23,5	23,5	26	26	25	26	23	23	25	25	23	24	26	25

Nr. 8 ♀		Nr. 9 ♀		Nr. 10 ♀		Nr. 11 ♀		Nr. 12 ♀		Nr. 13 ♀		Nr. 14 ♀		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
4,5	4,5	5	4	5	4,5	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2,5	5	5	3,9	3,8
10	9,5	11	12	10	11	12	12	11	10	12	11	10	11	10	9,5	18	17	11,4	11,2
3	3	4	4	3	3	3,5	4	4,5	6	4,5	3,5	5	4	3	3	5	6	4	3,9
4	3	2,5	3	1,5	2	3	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3,5	3	1,5	1,5	5	3	2,7	2,3
5	5	4	4	4	5	4	4	5,5	6	5	5	5	5	4	3,5	6	6	4,7	4,6
3,5	3,5	4	4	2,5	3	3,5	3,5	4	4	4,5	3,5	3,5	3	2,5	3	4,5	4,5	3,4	3,5
6,5	6,5	7	7	5	5	6,5	7	7	7	8	7	6,5	6	3	5	7	8	6,4	6,3
		3	3	2,5	5	2	2	2,5	3	3	2	2,5	3	1	1,5	3	5	2,3	2,6
4	4	3,5	3,5	3	1	3,5	3,5	4	3	4	4	3,5	3	3	1	4	4	3,7	3,4
1,5	3	2,5	2	—	—	3	4,5	2,5	—	2,5	4	4	2,5	1,5	2	6	4,5	3	3,2
28	30	35	32	32	30	32	32,5	35	35	35	34	32	30	28	29	35	35	32,2	31,3
3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	4	4	5	5	5	4	4	5	3	3,5	5	5	4,1	4,1
	3	3	3	3	3			3	3	4		3	3	2,5	2,5	4	3	2,8	2,9
	3	3	3	3	3			3	3	3		3	3	2,5	2,5	3	3	2,9	2,9
fehlt	10	9	9	8,5	7	fehlt	fehlt	10	12	10	fehlt	9	6,5	2,5	6	12	12	9,4	8,6
	8	10	10	8,5				12	12	10		12,5	10	5,5	8	13	25	10,5	14
	sehr flach	1	1	flach				1,5	2	sehr flach		flach	1	1	1	1,5	2	1,1	1,3
3	3	3	3					4	3				3	3	3	4,5	4	3,8	3,3
4	4	4,5	5					4,5	4,5				4,5	3	3	5	5	4,1	3,8
2	2	3	3	2	2	2,5	3	2	3	1,5	2,5	3	3	1,5	1,5	3	3	2,2	2,3
5	4	4,5	5	5	4,5	5	5,5	4,5	4,5	4,5	4	5	4,5	3	3,5	5	5,5	4,4	4,3
19	20	20	19	21	20	20	21	22	23	21,5	20	19	18	17	18	22	23	9,4	9,8
2,5	2,5	2	2	2	1,5	2	3	2	2	3	3	2,5	2	2	1,5	3	3,5	2,3	2,3
36	35	34,5	34	35	35	35	35	38,5	38,5	35,5	36	35	34	33,5	33	38,5	38,5	35,6	35,5
6,5	16	16	16	17	17	16,5	17	17,5	17,5	16	16	17	17	16	16	18	18	16,9	16,8
24	24	27	28	26	26	25	25	27,5	28	26,5	27	24	24	23	23	27,5	28	25,1	25,3

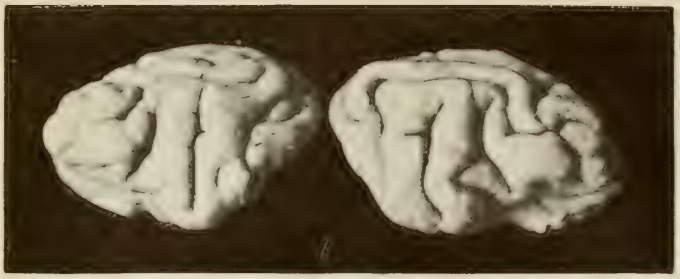
	Nr. 15 ♂		Nr. 16 ♂		Nr. 17 ♂		Nr. 18 ♂		Nr. 19 ♂	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
I. Laterale Fläche.										
Fissura Sylvii.										
Ist lang	8	9	7,5	7,5	8	8	6	5	5	7
Ist tief	3	2,5	2	3	4	3,5	4	3,5	3	3
Fissura cruciata.										
Wie viel über dem Corpus callosum	3	2,5	3	2,5	3	3	3	4	3	3
Wie weit von der Fiss. splenialis entfernt	3	0	4	2,5	3	3	3	0	3,5	3
Wie tief an der medialen Linie	6	5,5	6	6	6	5,5	8	9	5	5,5
Wie lang auf der konvexen Fläche	10	8,5	10	9	8	8	6,5	4,5	8	8
Wie weit von der Fiss. coronalis entfernt	5	5,5	5	5	5,5	4	6	6,5	5	5
Fissura ectosylvia. I. Vorderschenkel.										
Ist lang { Fiss. ectosylvia anterior	13	13	13	14	12	12	17	13	11	11
Ist lang { Fiss. diagonalis	8	8,5	12	6	7	6	5	4,5	6	6
Ist tief { Fiss. ectosylvia anterior	4	4	4	4	4,5	5	4	3,5	5	5
Ist tief { Fiss. diagonalis	2	1,5	3,5	1,5	1,5	3	2,5	3	3	3
Ihr oberes Ende ist von der Fiss. suprasylvia ant. entfernt	2	2	1	3	2,5	3	3	3,5	3	2
Das untere vordere Ende liegt hinter der Fiss. praesylvia	3	2	3	2	3	3	3	3	3,5	3
Die Fiss. diagonalis liegt hinter der Fiss. coron.	5	5	5	4	5	5	6	6	5	6
Die Fiss. ectosylvia ant. ist von der Fiss. Sylvii entfernt	4	3,5	4	5,5	4,5	4	6,5	3,5	4	4
II. Hinterschenkel.										
Ist lang	15	15	15	17	15	15,5	16	14	12	11
Ist tief	3	3	3	3	4	4,5	3	3	4	4,5
Wie weit von der Fiss. suprasylvia med. entfernt	4	3,5	5	3	5	4,5	5	4,5	5	6
Wie weit oberhalb der Fiss. postrhinalis	6	6	6	5	5,5	5,5	5	5,5	5	4
Wie weit nach hinten vom oberen Ende der Fiss. Sylvii	5	5	4	4,5	4	4,5	5,5	4	5	5
Fissura suprasylvia. I. Vorderschenkel.										
Wie weit der Anfang von der Mantelkante entf.	17	15	14,5	14,5	14	13	15	14	14	14,5
Wie weit entfernt vom vord. Hemisphärenrande	18	18	16	16	16,5	18	16	14,5	16	15
Wie lang	10	10	9	10	10	7	10	10	9	9
Wie tief am Abgange vom mittleren Schenkel	4	4	4	4	5	5	5	4,5	4,5	5
II. Mittelschenkel.										
Wie weit von der Fiss. lateralis entfernt	5	5	5,5	5,5	5,5	5,5	6	5,5	5,5	5,5
Wie weit von der Mantelkante entfernt	10	9	11	10	11	10	11	10	11	11
Wie weit von der oberen Spitze der Fiss. Sylvii	12	12	14	13	13	12	14	14	13	12,5
Wie weit vom Beginne des Mittelschenkels bis zum Hemisphärenrand	18	19	19	20	21	20	20	18	20	19
Wie weit vom Ende des Mittelschenkels bis zum Hemisphärenrand	8	10	8	8	8	7	8	9	8	8
Wie lang ist der ganze Mittelschenkel	14,5	12	14	14	16	14	18	18	15	14,5

Nr. 20 ♂		Nr. 21 ♂		Nr. 22 ♂		Nr. 23 ♂		Nr. 24 ♂		Nr. 25 ♂		Nr. 26 ♂		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
7	7	7	5,5	10	7,5	8	6	4,5	5,5	6	6	4,5	8	4,5	5	10	9	6,8	6,6
3	3,5	3,5	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	2	2,5	4	4	3,3	3,3
3	5	3,5	4,5	3	3	4	5	3	3	3,5	3,5	3	3	3	2,5	4	5	3,1	3,5
4	0	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2,5	2	2	4	3	3,2	2,7
6	6	6	6	7,5	7	7	6,5	6,5	6	7	9	7.5	7	5	5,5	8	9	6,5	6.5
7	6	6,5	6,5	6	6	8	8	8,5	8,5	7	7	8	7	6	4,5	10	9	7,8	7,2
5,5	5,5	5,5	5,5	6	6	5	5	5	5,5	5,5	5	5,5	6	5	4	6	6,5	5,4	5,4
11	10	12	11	11	11	12	12,5	10	14	18	11	10	12	10	10	18	14	12,5	12
5	5	5,5	5	2	4,5	6	6	7,5	4		5	10	6	2	4	12	8,5	6,7	5,5
4	5	4,5	4	4	4	5	5	5	5	5	6	4,5	5	4	3,5	5	5	4,4	4,3
2	2	2	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	1		3	3,5	2,5	1,5	1	3,5	3	2,5	2.4
3	2	2	2,5	4	4	0	2,5	0	1	1,5	1	3	2	1	1	4	4	2	2,4
3,5	3,5	5	4,5	3,5	3,5	2,5	2	3,5	3	3	2,5	3	3	2,5	2	5	4,5	3,3	2,8
4,5	5	5	4,5	4	4,5	5	5	3,5	4,5	5,5	5	4,5	4,5	3,5	4	6	6	4,8	4,9
4	4,5	4,5	4,5	4	4	5,5	5,5	4	6	5	4	5,5	5	4	3,5	6,5	6	4,6	4,5
13,5	13,5	14,5	13,5	16	16	15,5	16,5	20	12,5	14	17	13	16	12	11	20	17	15,8	14,8
3	3,5	3	3,5	4	4	3	4	3	3,5	4	4	3,5	4	3	3	4	4,5	3,4	3,7
5	6	4	3,5	5	5	6	4	4	6	4,5	4,5	4,5	4.5	4	3	6	6	4,7	4,6
5,5	5	6	6,5	6	6	6	6	2	6	7	5	5,5	6	2	4	7	6,5	5,4	5.5
5	5	5	5,5	5,5	5	4	5	4,5	4,5	5	5	5	4,5	4	4	5.5	5.5	4,8	4,6
13	13	13,5	13	14	14	16	14	13,5	13	14	14	15	15	13	13	17	15	14,4	13,9
15,5	15,5	16	17	16	16,5	19	17	16	15,5	16	14	19	17,5	15,5	14	19	18	16,6	16,2
10	8	9	8	9	8,5	4,5	8	8	7	8	7,5	9	10	4,5	7	10	10	8,8	8,6
4	5	4	4,5	4	4,5	3,5	5	4,5	5	5	5	4,5	5	3,5	4	5	5	4,3	4,7
5,5	6	6	6	5,5	5,5	6	6	5	5	5	5	6	5.5	5	5	6	6	5,5	5.9
10	11	11	11	10	11	11	10	9,5	9,5	11	11	10	9,5	9.5	9	11	11	10,5	10.2
12	12	11	11	12,5	12,5	14	15	11,5	13	11	12	14	12,5	11	11	14	14	12.6	12.6
18,5	18,5	21	21	19	20	18	20	17,5	17,5	19	18,5	23	21	17,5	17,5	23	21	19,5	19,4
8	8	10	9	9	9	7,5	8,5	7	8	8,5	7,5	7,5	7,5	7	7	10	10	8,1	8,3
14	13,5	12,5	15	16	15	20	16	14,5	14,5	14	16	15	15	12,5	12	20	18	15,3	14,8

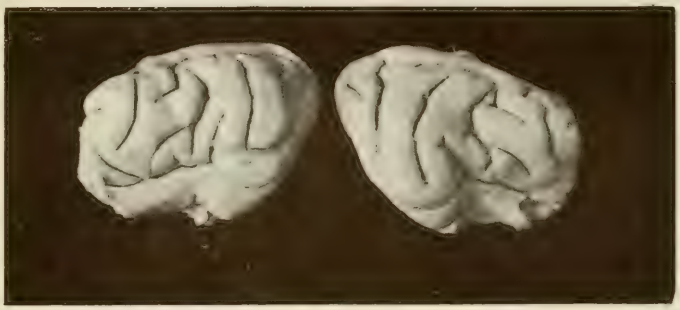
	Nr. 15 ♂		Nr. 16 ♂		Nr. 17 ♂		Nr. 18 ♂		Nr. 19 ♂	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
Wie tief der Vorderteil	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
Wie tief der Hinterteil	2	2	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	4	2,5	3
III. Hinterschenkel.										
Wie weit entfernt von der Fiss. ectosylvia post.	7	8,5	7	7	6	6,5	9,5	4	6	6
Wie weit entfernt am Beginne von der Fiss. medilateralis	5	5	5	4,5	5,5	5	5,5	4,5	5	5
Wie weit entfernt vom Hemisphärenrand	8	9	7,5	7,5	8	7	7	6,5	8	8
Wie weit ist das untere Ende von der oberen Spitze der Fiss. Sylvii	10	10	10	10	10	10	11	9,5	10	9,5
Wie weit von der Fiss. postrhinalis	5	5	4	4	5	5	6	6	4,5	4,5
Wie lang	13	15	16	15	16	16	15	13,5	13,5	12
Wie tief	3	3	2,5	3	3	3	3,5	4	3	3,5
III. Bogenfurche.										
Fissura coronalis.										
Das obere Ende von der Fiss. lateralis entfernt	7	7	5	4	4	7,5	4,5	5,5	4,5	5
Wie weit von der Mantelkante entfernt	13,5	11,5	12	10	10	10	11,5	12	10	11,5
Das untere Ende hinter der Fiss. praesylvia	4	4	4	4	3	4	3,5	3,5	4	3
Wie lang	10	9	9,5	11	12	9	13	10	10	9
Wie tief	3	3	3	2	3,5	3	3	4	3	3
Fissura lateralis.										
Ihr vorderes Ende liegt hinter der Fiss. cruciata	8	7	6,5	6,5	8	8	8	8	7	7
Ihr vorderes Ende liegt von der Mantelkante entf.	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6,5
Wie lang die Gabelungsäste { Fissura ansata	4	4,5	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5
Wie lang die Gabelungsäste { unterer Ast	4	3,5	4	5	3,5	3	4	2	4	5
Wie weit Fiss. ansata hinter der Fiss. cruciata	4	4	4	4,5	5	5	4	5	3,5	3
Wie weit von der Mantelkante entfernt	3	2	3	2,5	3,5	4	3	2,5	2,5	3
Wie lang	18	17	17	16	22	20	20	21	18	18
Wie tief	3	3	2,5	3,5	3,5	3,5	4	4	3	3
Fissura medilateralis.										
Wie weit ist ihr oberes Ende von der Mantelkante entfernt	5	4	4	3,5	3,5	3,5	5	4	4	4
Ihr hinterer Abschnitt vom Hemisphärenrand entfernt	3	3,5	3	3	2,5	3	3,5	3	3	3
Ihr unteres Ende vom Hemisphärenrand entf.	3	3	2,5	3,5	3	2,5	3,5	4	4,5	4
Ihr unteres Ende hinter der Fiss. suprasylvia post.	4	2	4	3	3,5	3	4	3	3,5	3
Wie lang	14	12	18	18	17	16	14	15	15	16
Wie tief	3	2,5	3	3	3	2,5	3	3	2	2
Fissura praesylvia.										
Ist von der Fiss. Sylvii entfernt	10	9	11	8	11	9	10	11	10	9
Der mittlere Teil ist vom vorderen Hemisphärenrande entfernt	5,5	5,5	5	5,5	5	5	5	5	6	5,5

Nr. 20 ♂		Nr. 21 ♂		Nr. 22 ♂		Nr. 23 ♂		Nr. 24 ♂		Nr. 25 ♂		Nr. 26 ♂		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
4,5	4,5	4,5	5	4	5	4,5	4,5	4,5	4	5,5	6	5	6	4	4	5,5	6	4,7	4,8
2,5	3	3	4	3,5	3	3	3	3	3	3	3	2,5	3,5	2	2	3,5	4	2,8	3,1
7	7	7	7	7	6	7	9	8	6	6	6	7,5	7,5	6	4	9,5	9	7,1	6,7
5	5	7,5	5	6	5	5	5	4	3	5	4	5,5	5	4	3	7,5	5	5,3	4,6
8	8	10	9	9	9	8,5	8,5	6,5	5	8	7,5	7,5	7,5	6,5	5	10	9	8	7,7
11	11	12	12	11	11,5	11,5	9,5	11	9	12	11,5	11	11	10	9	12	12	10,9	10,4
4,5	4,5	5	6	5,5	4	8	5	4	3	5	5	5	5	4	3	8	6	5,3	4,7
13	13	20	12	15	14,5	18	17	16	18	15	15	14	12,5	13	12	20	18	15,4	12,8
3	4	3,5	3	4	3	4	3	3	2,5	4	4	3,5	3	2,5	2,5	4	4	3,3	3,1
4	4	4	3	4,5	4	2,5	3,5	4	4	3	3,5	5	5	2,5	3	7	7,5	4,3	4,6
9	8	10	9	10	10	7	8	9	9	10	10	11	11	7	8	13,5	12	10,2	10
4	3,5	4	4	4	3,5	4	4,5	3,5	3,5	3	2	5	3	3	2	5	4,5	3,8	3,5
11	11	12	12,5	10	11	14	11	12	13	11	11	10	11,5	9	9	14	13	11,2	10,7
3	3	3	3	4	4	3,5	3,5	2,5	2,5	4	3	3,5	3	2,5	2	4	4	3,2	3,1
9	9	7,5	7,5	8,5	8,5	8	8	6	6	9	9	7	7	6	6	9	9	7,7	7,6
6	5,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	7	5,5	5	5	7	6,5	6,2	5,9
6	5,5	6	6	6	6	5	6,5	5	6	6,5	6,5	8	6	4	4,5	8	6,5	5,7	7,4
4	4	5	3,5	4,5	4,5	3	4	4,5	5	4,5	4,5	4	3	3	2	5	5	4,1	3,9
6	5	4	3,5	4	4	3	2,5	3	2	4	5	3	2	3	2	6	5	3,9	3,8
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	1	3	1	2,5	2,5	1	2	1	1	4	4	2,7	2,3
20	22	20	20	16,5	17	19	17,5	14,5	17	20	21	19	17	14,5	16	22	22	18,6	18,6
4	4	3,5	3,5	5	3,5	4	4	3,5	3,5	3	4	4	4	2,5	3	5	4	3,6	3,6
3,5	4	4	4	3,5	4	3	5	3,5	4,5	3	3	4	5	3	3	5	5	3,8	4
3	3	3	3,5	3,5	3,5	3	2,5	3	2	4	4	3	2,5	2	2,5	4	4	3,1	3
3	3,5	3,5	4	2,5	2,5	1	3	3	3	3,5	4	2	3	1	2,5	4,5	4	2,9	3,3
4	3,5	4	3	4	3,5	3	2	3	3,5	3,5	4	4	4	3	2	4	4	3,7	3,1
14	15	15	16,5	20	16	16	19	20	17	14	16	14	14	14	12	20	19	16,1	15,9
3	2,5	2	2	2	2	4	3,5	2,5	3	2	2	3	3	2	2	4	3,5	2,7	2,6
10	9	9,5	9,5	11	8,5	9	8	8	9	9	8	12	9,5	8	8	12	11	10,4	8,9
5,5	5	6	5,5	5	5	7	7	5	5	5	5	6,5	6	5	5	7	7	5,5	5,4

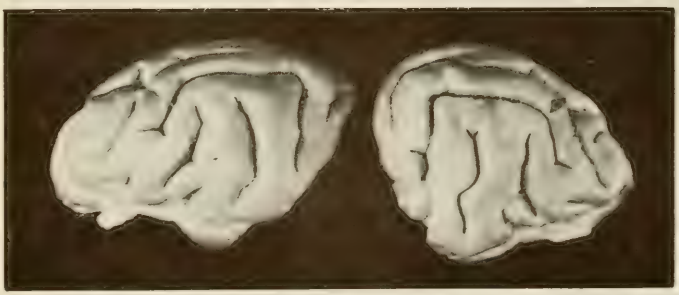
	Nr. 15 ♂		Nr. 16 ♂		Nr. 17 ♂		Nr. 18 ♂		Nr. 19 ♂	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
Der obere Teil ist vom vorderen Hemisphärenrande entfernt	5	4	5	5	3	3,5	4	3	4	4
Der obere Teil ist entfernt von der Fiss. cruciata	4	4,5	3	3	3	3,5	4,5	4	4,5	4,5
Ist lang	10	10	11	9	10	9,5	10,5	11	11	10
Ist tief	3	3,5	4	4	3,5	4	4,5	4	4	4,5
II. Mediale Fläche.										
Fissura splenialis.										
Fängt wie weit vom hinteren Hemisphärenrande an	2	2	3,5	3	2,5	3	5	3	3,5	2,5
Wie viel oberhalb der Fiss. rhinalis	3,5	5	6	5,5	5	5	5	3,5	5	5,5
Ist beim Übergang auf die mediale Fläche vom Splenium corp. call. entfernt	3	3	4	3	3	3	3,5	3	2,5	2
Nach der Knickung vom Corp. call. entfernt	6	4	6	5.5	4	5	5	4,5	6	5,5
Das obere Ende von der Mantelkante entfernt	2	0	1	0	2	3	3	2,5	2	2,5
Liegt oberhalb der Fiss. cruciata	3	0	4,5	2,5	2	3	4	5,5	3,5	2,5
Liegt nach vorn von der Fiss. cruciata	2	0	4	5	4	2,5	5	3,5	2,5	3
Ist lang	32	29	31	31	21	21	30	36	32	31
Ist tief	4	4	4	4	4,5	4	5	4,5	4,5	4
Fissura suprasplenialis.										
Liegt oberhalb der Fiss. splenialis	2,5	3	3	3	3	3,5	3,5	3	3	2,5
Liegt hinter der Mantelkante	3	2,5	2,5	2,5	2	3	3	3	2,5	3
Liegt hinter dem Anfang der Fiss. splenialis	7	4,5	8	7	10	11	8	8	9	10
Ist lang	13	18	5	6	7	7	15	12	9,5	10
Ist tief	flach		flach		flach		1	1	flach	
Fissura postsplenialis.										
Ist von der Fiss. splenialis entfernt	3	3	4	4					3	3
Ist vom hinteren Hemisphärenrande entfernt	4	4,5	3,5	3,5					3,5	4,5
Fissura rhinalis.										
Ist tief	2	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	1,5	1	2	2
Fissura postrhinalis.										
Ist hinten vom Hemisphärenrande entfernt	5	4,5	5	1	4,5	4,5	5,5	5,5	4	4,5
Ist bis zur Gabelung lang	20	20	19	20	20	19	21	22	19	18
Ist tief	2	2,5	3	2,5	1,5	1,5	2,5	2	2,5	flach
Länge der Hemisphäre	36	36	36	36	37	37	38	37,5	36,5	36
Breite der Hemisphäre	17	17	16,5	17	18	17	18	18	18,5	18,5
Höhe der Hemisphäre	26	26	28	27	27	27	27,5	28	26,5	26



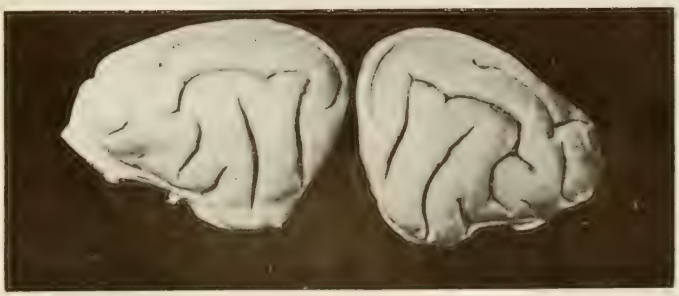
1



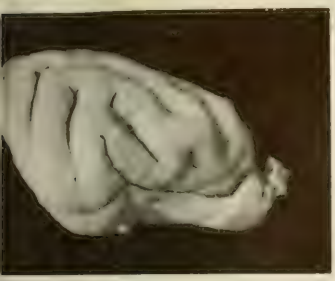
4



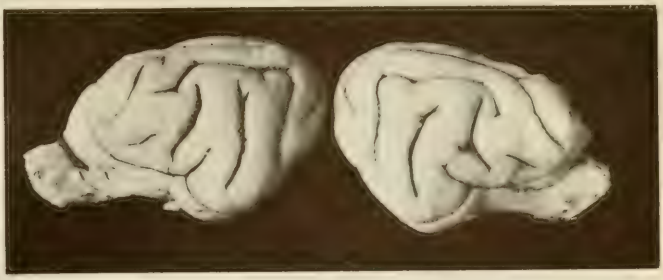
7



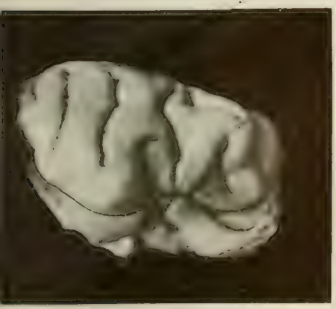
11



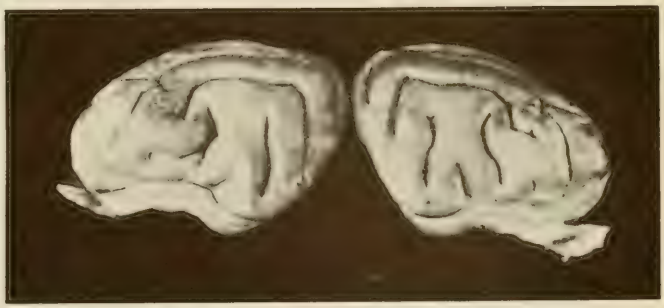
2



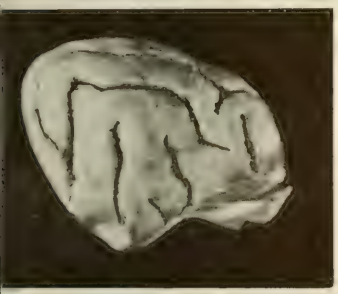
3



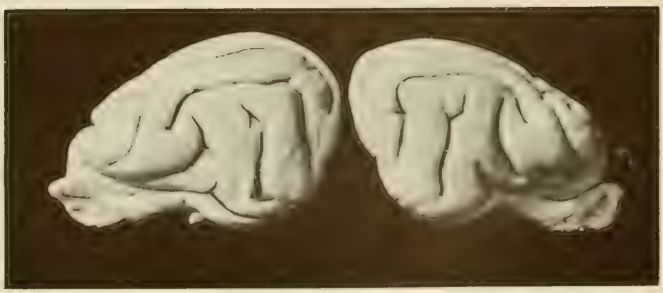
5



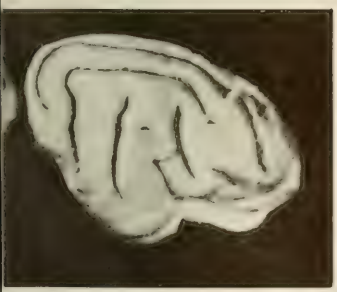
6



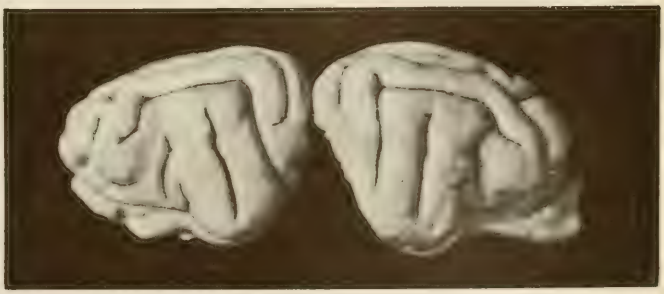
8



10



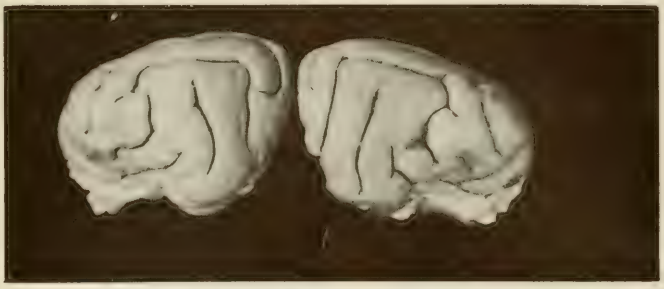
12



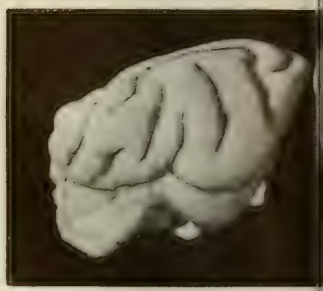
13

Engelmann in Leipzig.

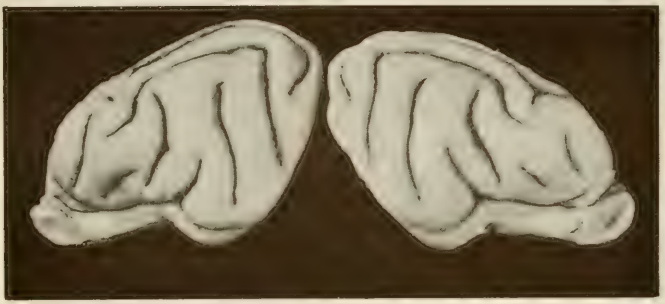
Photolithographie von H. F. Jütte, Leipzig.



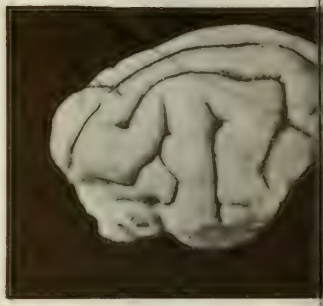
14

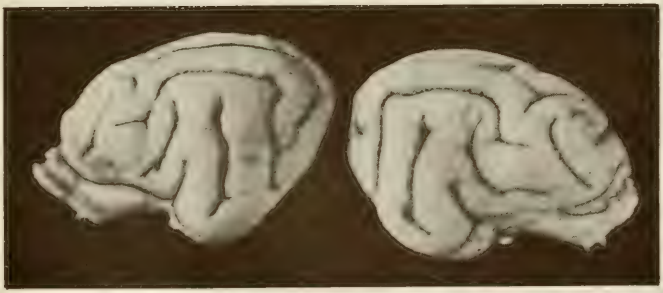


1

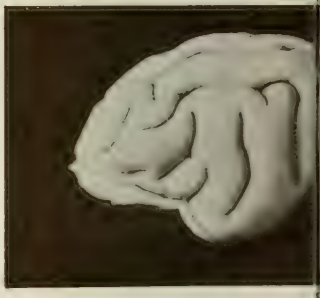


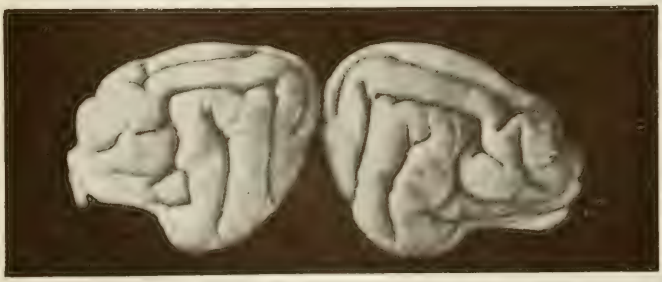
17



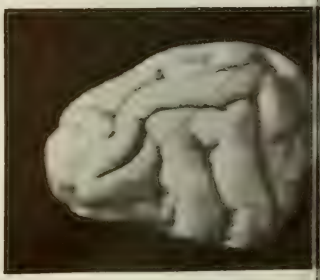


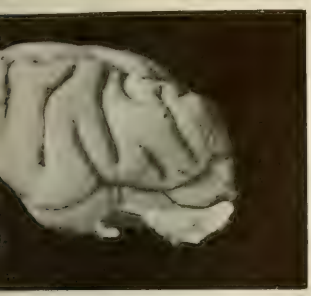
20

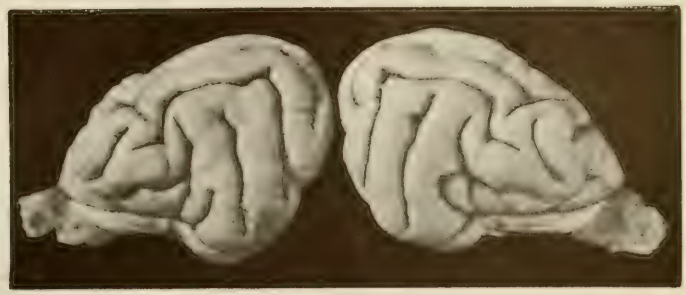




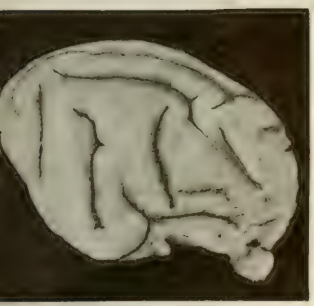
24

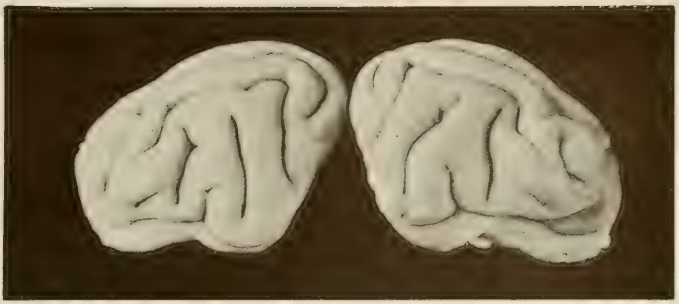




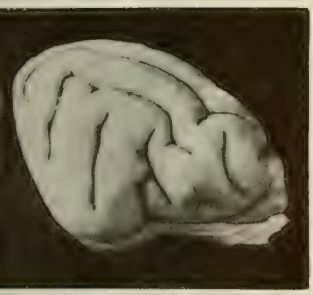


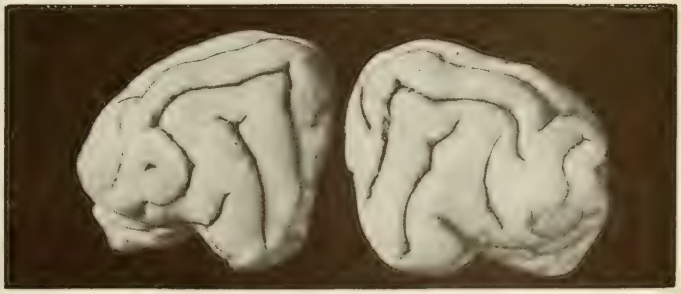
16



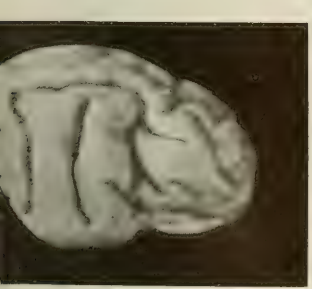


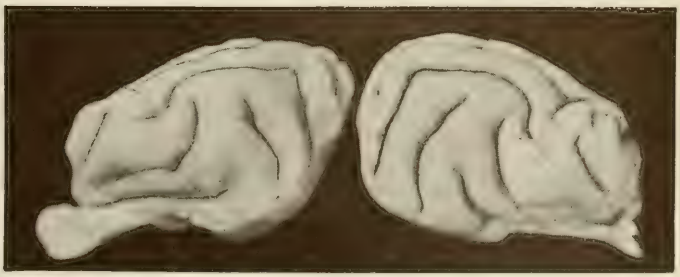
19





23

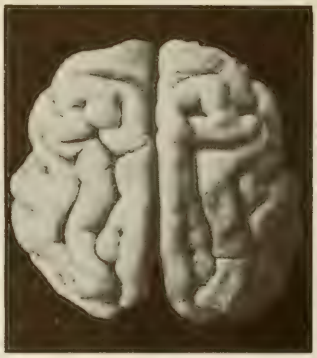


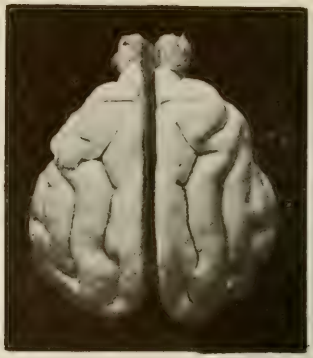


26

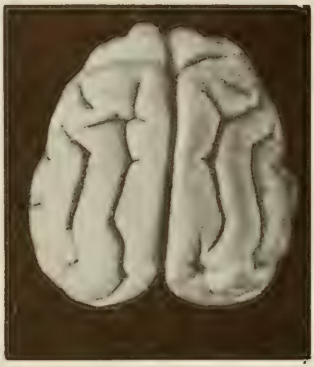
elmann in Leipzig.

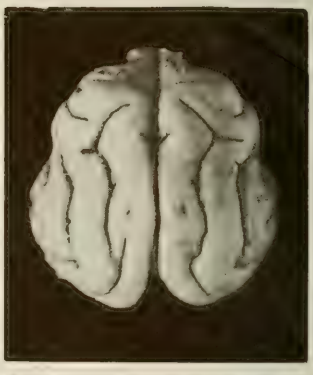
Photolithographie von H. F. Jütte, Leipzig.


1

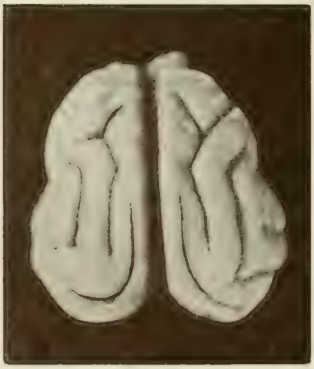

2

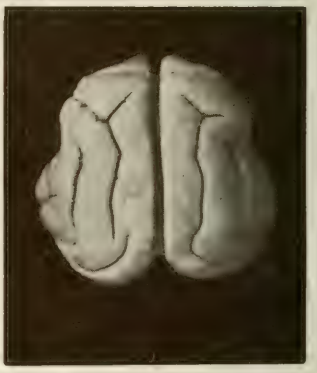
3

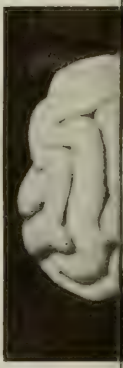

7

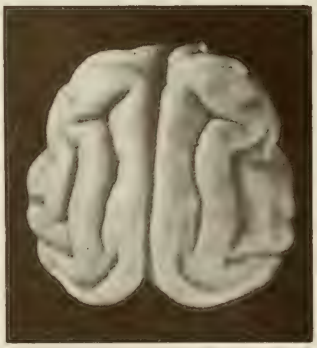

8

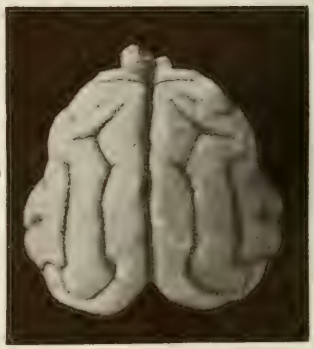
10


13


14

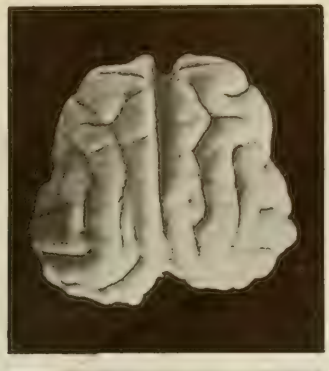

15


19

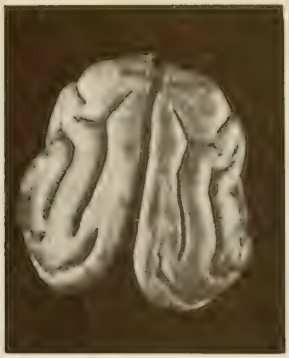

20

21

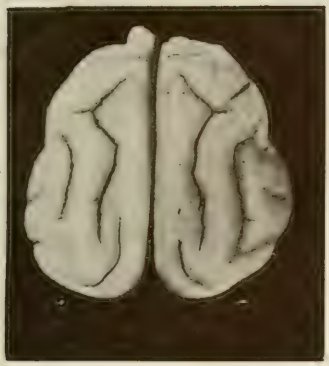
5



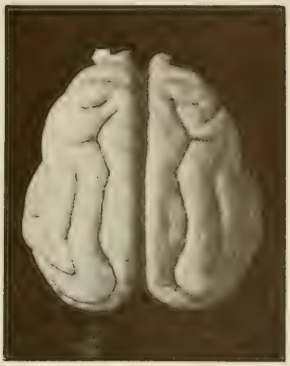
6

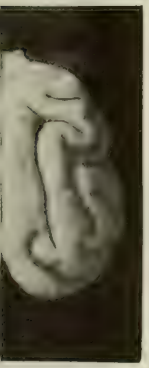


11

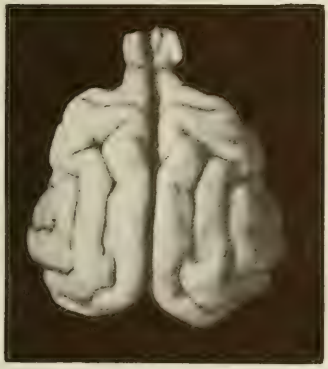


12

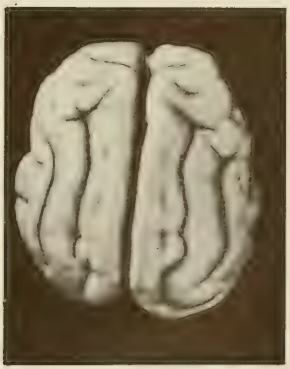




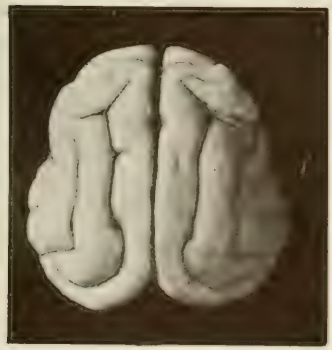
16



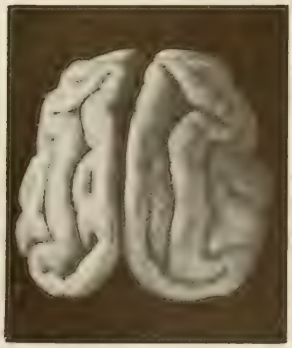
18



22

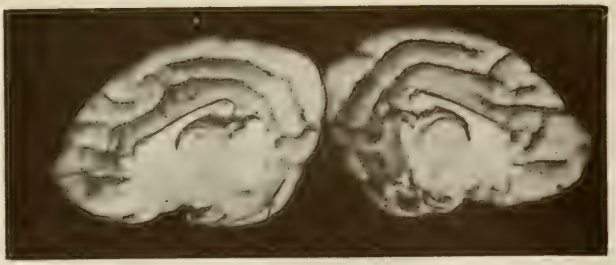


25

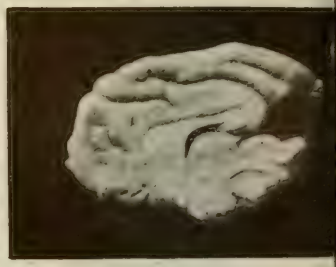


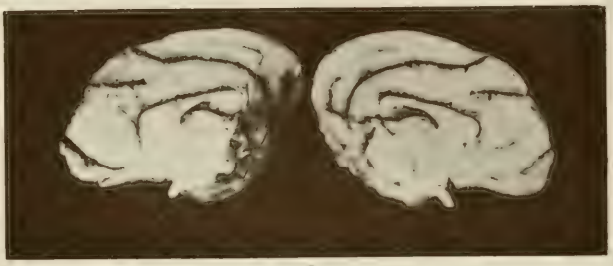
gelmann in Leipzig.

Photolithographie von H. F. Jütte, Leipzig.

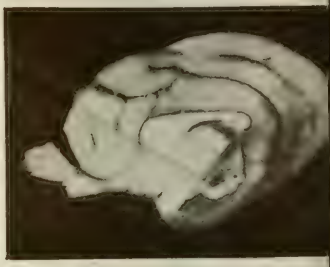


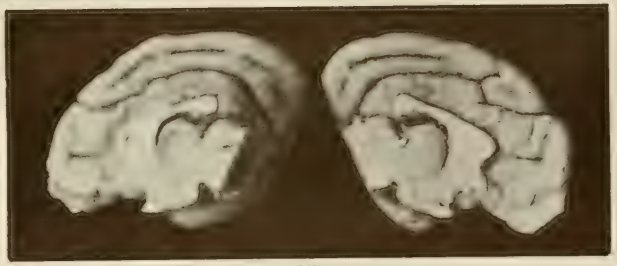
1



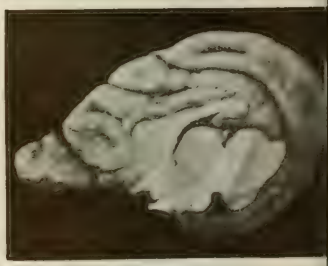


8

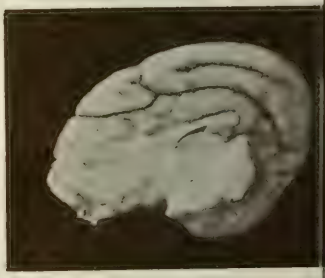


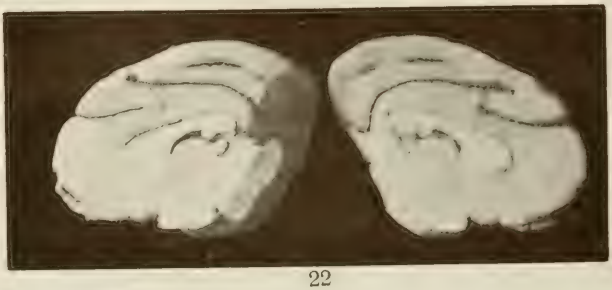


15

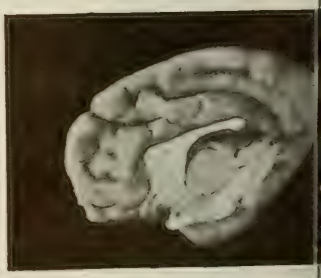


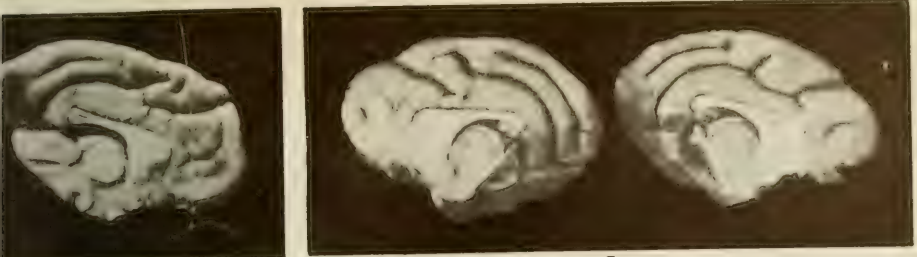
19



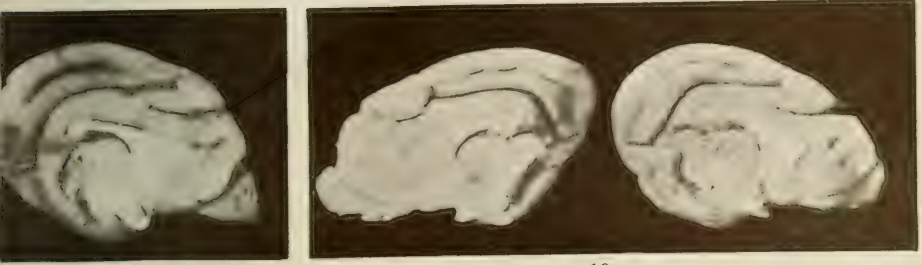


22

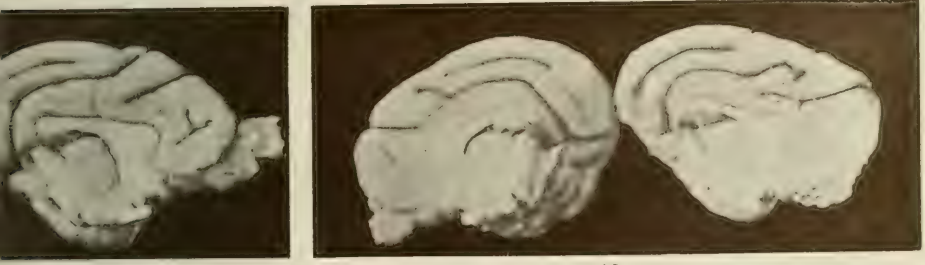




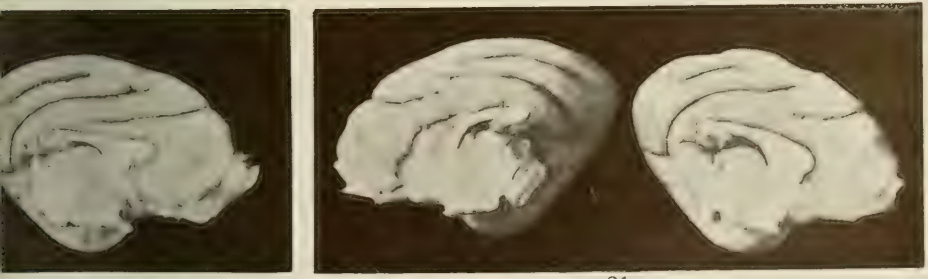
7



10



18



21

25

elmann in Leipzig.

Photolithographie von H. F. Jütte, Leipzig.

Nr. 20 ♂		Nr. 21 ♂		Nr. 22 ♂		Nr. 23 ♂		Nr. 24 ♂		Nr. 25 ♂		Nr. 26 ♂		Minimum		Maximum		Mittel	
L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
3	3	4	3	3	3	4	5,5	4,5	3,5	3	3	4,5	4	3	3	5	5,5	3,9	3,7
4,5	5	4	4	3,5	4	3	7	4	3,5	4	3,5	4	4	3	3	4,5	7	3,8	4,2
9,5	10	10	10	8,5	9	3	3	10	10	14	11	7	10	7	8	14	11	10,4	9,8
4	4	3,5	3,5	3	4	4	4	4	4,5	5	6	3,5	3,5	3	3,5	5	6	3,8	4,1
2,5	2,5	3	2,5	3	3	2,5	3	3	3	1,5	1,5	1	2,5	1	1,5	5	3	2,7	2,6
4	4	4,5	6	4,5	5	6	5,5	5,5	6	6	7	3,5	7	3,5	3,5	6	7	4,9	5,4
3	3	3	3,5	3	3	4	4	3,5	2,5	4	4	3,5	3,5	2,5	2	4	4	3,3	3,1
7	6	6	6,5	5	6	5,5	6	6	6	7	8	6	5	4	4	7	8	5,8	5,7
2,5	2,5	2,5	2	2	2	3	3,5	3	3	3	3	2	2,5	1	2	3	3,5	2,3	2,7
4	0	4	2	3,5	3,5	2,5	3	3	2,5	4	4	2,5	2,5	2	2	4,5	5,5	3,4	3,1
4	0	2	3,5	2,5	2	2	2,5	3	3	0	5	4	3	2	2	5	5	3,1	3,3
30	29	30	33	31	30	29	32	28	28	33	35	30	29	21	21	33	36	29,7	30,3
3	3,5	4,5	5	4	4,5	4	3,5	4,5	4,5	4	5	5	4,5	3	3,5	5	5	4,2	4,2
3	3	3	3	3	3	2,5	3	2,5	2,5	3	3	3	3	2,5	2,5	3,5	3,5	2,9	2,9
3,5	3	2	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2,5	3,5	3	2,7	2,9
8	7	9,5	8	8,5	7	6	8	7	9	11	10	6,5	9	6	7	11	11	8,2	8,4
9	11	8	14	7	8,5	7	7	6	7	9	11	21	20	5	6	15	18	8,6	10,1
1	1,5	1	1	flach	1	1	1	flach	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3,5	4	4				3,5	4		3,5	5	4,5	3	3,5	3	3	5	4,5	3,6	3,7
4	3,5	4				5	5		5	4	4	4,5	4,5	3,5	3,5	5	5	4	4,3
2	2	2	1	2	1,5	3	4	2	2	1,5	2	3	3	1,5	1	3	4	2,1	2,1
4	4	4	3	4	4	5	5	3,5	4,5	4	4	3	3	3	3	5,5	5,5	4,3	4,2
18	19	21	20	20	20	21	21	21	22	24	20	18	19	18	18	24	22	20,1	20
3	2,5	3	1,5	2	2	3,5	3,5	2	2	2	3	2,5	2,5	1,5	1,5	3,5	3,5	2,4	2,3
4,5	35	38	38	37,5	36	35,5	35,5	34,5	36	37	37	38	38	34,5	35	38	38	36,5	36,5
7,5	17	17,5	17,5	17	17	18	17,5	16	16	17	16,5	18	18	16	16	18,5	18,5	17,4	17,2
5,5	25,5	27	27	26,5	26,5	27	27	28	28	27	26	26	26	25,5	25,5	28	28	26.8	26,6

Literaturverzeichnis.

Debierre et Bole, Essai sur la morphologie comparée des circonvolutions cérébrales. Journal de l'anatomie et de la physiologie. T. XXIX. 1893. pag. 637—662.

Ecker, A., Zur Entwicklungsgeschichte der Furchen und Windungen der Großhirn-Hemisphären im Fötus des Menschen. Archiv für Anthropologie. Bd. III. 1868. S. 203—225.

Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 11. Aufl. 1906.

Familiant, V., Beiträge zur Vergleichung der Hirnfurchen bei den Carnivoren und den Primaten im Anschluß an die Untersuchung eines Löwengehirns. Diss. Bern 1885.

Flatau und Jacobsohn, Handbuch der Anatomie und vergleichenden Anatomie des Centralnervensystems der Säugetiere. Berlin 1899.

Flesch, M., I. Versuch zur Ermittelung der Homologie der Fissura parieto-occipitalis bei den Carnivoren. Festschrift für A. von Kölliker. 1887. S. 373—385.

—— II. Die Bedeutung der sekundären Furchen für die Erkenntnis der Ursachen der Hirnfurchung. Anat. Anzeiger. Bd. V. 1890. S. 494—498.

Kohlbrugge, J. H. F., Die Gehirnfurchen der Javanen. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Tweede Sectie. Deel XII. No. 4. 1906; bei Johannes Müller in Amsterdam.

Köppen und Löwenstein, Studien über den Zellbau der Großhirnrinde bei den Ungulaten und Carnivoren und über die Bedeutung einiger Furchen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie. Bd. XVIII. 1905. S. 481—509.

Krueg, J., I. Über die Furchung der Großhirnrinde der Ungulaten. Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. XXXI. 1878. S. 297—345.

—— II. Über die Furchen auf der Großhirnrinde der zonoplacentalen Säugetiere. Ebenda. Bd. XXXIII. 1880. S. 595—672.

Leuret et Gratiolet, Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence. Tome I. Paris 1839—1857. pag. 378—380.

Mann, G., On the homoplasty of the brain of Rodents, Insectivores, and Carnivores. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXX. 1896. pag. 1—35.

Martin, P., Zur Entwickelung der Gehirnfurchen bei Katze und Rind. Archiv für wiss. und prakt. Tierheilkunde. Bd. XXI. 1895. S. 1—16.

Meynert, Th., Die Windungen der konvexen Oberfläche des Vorderhirns bei Menschen, Affen und Raubthieren. Archiv für Psychiatrie. Bd. VII. 1877. S. 257—286.

Obersteiner, H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. IV. Aufl. 1901. S. 108—140.

Pansch, A., I. Über die typische Anordnung der Furchen und Windungen auf den Großhirnhemisphären des Menschen und der Affen. Archiv für Anthropologie. Bd. III. 1868. S. 227—257.

—— II. Beiträge zur Morphologie des Großhirns der Säugethiere. Morpholog. Jahrbuch. Bd. V. 1879. S. 193—239.

Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. VII. Aufl. 1907. Abteilung V: Nervensystem.

Turner, Wm., The convolutions of the brain. A study in comparative anatomy. Verhandlungen des X. Internationalen medizinischen Kongresses. Berlin. Bd. II. Erste Abt. S. 8—46.

Waldeyer, W., I. Hirnfurchen und Hirnwindungen. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet. Bd. V. 1896 S. 146—193.

—— II. Hirnfurchen und Hirnwindungen. Hirncommissuren. Hirngewicht. Ebenda. Bd. VIII. 1899. S. 362—401.

Weinberg, R., Zur Lehre von den Varietäten der Gehirnwindungen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie. Bd. XVIII. 1905. S. 4—62.

Wernicke, C., Das Urwindungssystem des menschlichen Gehirns. Archiv für Psychiatrie. Bd. VI. 1876. S. 298—326.

Wilder, Burt. G., The Brain of the Cat. Felis domestica. 1. Preliminary. Account of the Gross Anatomy. Proc. Amer. Philos. Soc. Philadelphia. Vol. XIX. No. 109. pag. 524—562.

Ziehen, Th., Zur vergleichenden Anatomie der Hirnwindungen mit spezieller Berücksichtigung der Gehirne von Ursus maritimus und Trichechus rosmarus. Anat. Anzeiger. Bd. V. 1890. S. 692—709.

Untersuchung über die Flexorengruppe am Unterschenkel und Fuß der Säugetiere.

Von

Erna Glaesmer.

Mit Tafel V und VI und 1 Figur im Text.

Einleitung.

Eine vergleichende Anatomie ist nur bei zweifellos bewiesenen Homologien möglich. In den zahlreichen, über die Muskulatur der unteren Extremität der Säugetiere erschienenen Arbeiten herrscht aber in bezug auf manche Muskeln (so namentlich den lateralen Gastrocnemius, Soleus und Plantaris, den Flexor tibialis, Tibialis posticus und Flexor digitorum brevis) eine so verschiedene Auffassung, daß auf Grund der vorhandenen Literatur an vergleichend-anatomische Studien nicht zu denken ist.

Da wir in letzter Linie jeden Vergleich auf das bestuntersuchte Tier, nämlich *Homo* zurückbeziehen, die Schwierigkeit eines Vergleichs aber mit der Entfernung der verwandtschaftlichen Beziehungen wächst, so ist es wohl begreiflich, daß wir ganz besonders viel diffe ente Muskelbestimmungen innerhalb der *Monotremen-* und *Marsupialia*-Gruppe finden. Wie schwierig die Bestimmung der Muskeln unter Umständen sein kann, beweisen vielleicht folgende Beispiele: Nach Meckel fehlt bei *Ornithorhynchus* der Flexor digitorum brevis, nach F. E. Schulze entspringt er von der Unterfläche des langen Zehenbeugers und vom Calcaneus; bei *Echidna* inseriert der Flexor tibialis nach Dobson an der ersten Zehe, nach Westling ist er gar nicht vorhanden; den Muskel, welchen Meckel und Owen bei *Ornithorhynchus* als Soleus beschreiben, nennen Miwart und Westling bei *Echidna* Tibialis posticus; was Manners

Smith bei *Ornithorhynchus* als lateralen Gastrocnemius bezeichnet, ist bei *Echidna* nach Miwart und Westling ein Soleus usw.

Wenn ich trotzdem den Mut fand, das von so vielen Seiten in Angriff genommene Gebiet einer neuerlichen Bearbeitung zu unterziehen, so lag das daran, daß ich mir von einer einheitlichen, Tiere der verschiedensten Säugergruppen umfassenden Untersuchung eine bessere Übersicht versprach, als man sie durch Präparation einzelner Tiergruppen erlangen kann. Dabei habe ich die Tiere, welche infolge ihres genetischen Zusammenhangs am ehesten eine stufenweise Entwicklung der Muskeln erwarten ließen, bevorzugt und solche, welche nach unsrer bisherigen Kenntnis ihres Baues sekundäre Modifikationen zeigten, wie *Glires*, *Ungulaten*, *Carnivoren*, außeracht gelassen. Ich habe untersucht:

1) Monotremen (mehrere Exemplare von *Ornithorhynchus anatinus* und *Echidna aculeata*).

2) Marsupialia:
   a. Didelphyidae (*Didelphys cancrivora*),
   b. Dasyuridae (*Dasyurus hallucatus*),
   c. Phalangeridae (*Trichosurus vulpecula*).

3) Insectivoren:
   a. Talpidae (*Talpa europaea*),
   b. Erinaceidae (*Erinaceus europaeus*).

Edentaten
4) Xenarthra:
   a. Myrmecophagidae (*Myrmecophaga jubata*),
   b. Dasypodidae (*Dasypus sexcinctus*, *Tolypeutes tricinctus*, *Chlamydophorus truncatus*).
5) Tubulidentata (*Orycteropus aethiopicus*).

6) Prosimiae:
   a. Lemurinae (*Lemur rufifrons*, *Lemur macaco*, *Stenops tardigradus*),
   b. Galaginae (*Galago galago*),
   c. Lorisinae (*Perodicticus Potto*).

7) Simiae:
   a. Platyrrhinae:
      α. Hapalidae (*Hapale penicillata*),
      β. Cebidae (*Cebus of monachus*, *Ateles variegatus*).

b. Catarrhinae:

α. Cercopithecidae (*Cercopithecus petaurista, Cynocephalus doquero, Cynocephalus hamadryas, Macacus sinicus*),

β. Hylobatidae (*Hylobates leuciscus*),

γ. Anthropomorphae (*Anthropopithecus troglodytes, Simia satyrus*).

Zwar bin ich aus Zeitmangel leider nicht in der Lage, an dieser Stelle bereits meine sämtlichen Befunde mitzuteilen. In detaillierter Weise können vorläufig nur die *Monotremata* und *Marsupialia* behandelt werden; doch habe ich auch die übrigen Tiergruppen schon hier so weit in Rücksicht gezogen, als es zur Ableitung allgemeiner Gesichtspunkte notwendig erschien. Wo ich bei Bestimmung der Muskeln zweifelhaft war, zog ich es vor, ihre Identität als fraglich hinzustellen. Denn für die Ausbildung unsrer Kenntnisse ist es vorteilhafter, auf Lücken unsres Wissens hinzuweisen, als durch subjektive Ansichten den Schein der Klarheit zu erwecken.

Nicht nur im allgemeinen, sondern auch im deskriptiven Teil meiner Arbeit hielt ich es für angebracht, die Muskeln statt nach Regionen (Unterschenkel, Sohle) nach ihrer entwicklungsgeschichtlichen Zusammengehörigkeit zu behandeln. Demnach teilte ich die Muskeln in zwei Hauptgruppen:

1) Die oberflächlich vom N. tibialis gelegenen Muskeln: medialer Gastrocnemius, lateraler Gastrocnemius, Soleus, Plantaris und oberflächlicher Kopf des Flexor digitorum brevis.

2) Die in der Tiefe unter dem N. tibialis gelegenen Muskeln: Popliteus, Flexor tibialis, Flexor fibularis, tiefer Kopf des Flexor digitorum brevis, Tibialis posticus, Caro quadrata Sylvii und Lumbricales.

I. Spezieller Teil.

1. Monotremen.

Ornithorhynchus anatinus. (Taf. V Fig. 1.)

A. Muskeln.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Die oberflächlich vom N. tibialis gelegene Muskelgruppe wird durch drei Muskeln vertreten: den medialen, den lateralen Gastrocnemius und den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis.

α. Der mediale Gastrocnemius,

der in der ganzen Säugetierreihe durch zwei konstante Merkmale ausgezeichnet ist, nämlich den Ursprung vom medialen Epicondylus femoris und die Innervation durch einen, hoch vom Tibialisstamm isoliert abgehenden Nervenast, ist auch bei *Ornithorhynchus* ohne weiteres zu erkennen. Er deckt den Popliteus und die Muskelbäuche von Flexor tibialis und Tibialis posticus fast vollständig zu. Er entspringt mit kurzer, gedrungener Sehne vom medialen Epicondylus femoris und wird ungefähr in der Mitte des Unterschenkels wieder sehnig. Seine Endsehne vereinigt sich mit der seines lateralen Brudermuskels.

β. Der laterale Gastrocnemius,

wie der Nachbarmuskel des medialen von Meckel (1826), Owen (1842), Coues (1871), Manners Smith und Beddard (1894) gedeutet wird, ist drei- bis viermal stärker als der vorige. Er deckt den Flexor fibularis vollständig zu, entspringt muskulös von der oberen Kante des schaufelförmigen Fortsatzes der Fibula, wird ebenfalls in der Mitte des Unterschenkels sehnig und verbindet seine Sehne mit der des medialen Gastrocnemius. Die gemeinschaftliche Sehne inseriert an der Hinterseite des Tuber calcanei, wobei die Sehnenfasern des medialen Gastrocnemius lateral, die des lateralen medial am Tuber ansetzen, eine Überkreuzung, wie Parsons (1894) sie als bei allen Säugern bestehend nachgewiesen hat. Ein Übergang der Sehne in die Plantarfascie, wie er bei andern Tieren vorkommt, besteht hier nicht. Gegen die Bezeichnung »lateraler Gastrocnemius« läßt sich nichts sagen, solange wir uns dessen bewußt bleiben, daß es ein Bequemlichkeitsname ist, den wir hier anwenden, und daß wir mit diesem Namen nicht den Begriff einer unbedingten Homologie mit dem lateralen Gastrocnemius der übrigen Säuger verbinden können. Von einer solchen kann nämlich erst dann die Rede sein, wenn die beiden andern Möglichkeiten: den »lateralen Gastrocnemius« entweder als einen noch undifferenzierten, oder als einen aus dem lateralen Gastrocnemius, Soleus und Plantaris sekundär verschmolzenen Muskel aufzufassen, ausgeschlossen werden können. Daran ist aber vorläufig nicht zu denken. Die Verhältnisse sind vielmehr noch so unklar und so schwierig zu deuten, daß sogar noch entferntere liegende Möglichkeiten in Betracht gezogen worden sind. So fassen Miwart (1866) und Westling (1889) denselben Muskel bei *Echidna* als Soleus auf.

γ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis

wird durch einen kleinen Muskel repräsentiert, der gemeinschaftlich mit dem außerhalb des Bereichs meiner Untersuchungen liegenden Kleinzehenmuskel (Abductor digiti quinti?) vom Calcaneus entspringt, in der Gegend des vierten Metatarso-Phalangealgelenkes sehnig wird und unmittelbar in die Sehnenscheide, welche die tiefe Sehne der vierten Zehe umhüllt, übergeht. Er verhält sich also so, als bilde er mit seiner immer breiter werdenden Sehne schließlich eine an den Phalangenknochen festgewachsene Hülse, in der die tiefe Flexorsehne gleitet.

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

deckt den oberen medialen Teil der Fibulaschaufel und das obere Drittel der Tibia, von deren Hinterseite er unterhalb des Gelenks nur ein kleines Dreieck frei läßt. Er entspringt von der medialen oberen Partie der Fibulaschaufel, medial vom Flexor tibialis, verläuft dann mit schwach divergierenden Fasern ab- und medialwärts und inseriert, etwas unterhalb des Gelenks beginnend, das obere Drittel der medialen Tibiakante entlang.

β. Der Flexor tibialis

ist ein schlanker Muskel, der schwächste unter den Unterschenkelmuskeln der Flexorenseite. Er liegt in einer seichten Rinne, die der Muskelbauch des Tibialis posticus bildet, entspringt muskulös von der oberen Kante der Fibulaschaufel zwischen Gastrocnemius lateralis und Popliteus, der seine mediale obere Randpartie deckt. Die feine, in der Mitte des Unterschenkels entstehende Sehne kreuzt oberhalb des medialen Malleolus die Sehne des Tibialis posticus, indem sie hinter dieselbe tritt, verläuft dann unter dem Spornknochen (Os basale von Meckel) in die Planta, wo sie sich am medialen Fußrand zu einer Fascie ausbreitet, in die, nahe am Talo-Naviculargelenk, ein linsengroßes Sesambein eingelagert ist. Meckel (1826), Manners Smith und Beddard (1894) beschreiben diesen Muskel als Tibialis posticus. Wie ich zu der Bezeichnung Flexor tibialis komme, kann erst bei Besprechung der Muskeln der *Marsupialia* (sub *Dasyuridae*, S. 59) dargelegt werden.

γ. Der Flexor fibularis

ist nächst dem lateralen Gastrocnemius der mächtigste Muskel des Unterschenkels und deckt die oberen zwei Drittel der Fibula vollständig zu. Er entspringt von der unteren lateralen Partie der

Fibulaschaufel und von den oberen zwei Dritteln der medialen Fibulafläche. Die starke Sehne verläuft in der tiefen Rinne zwischen Calcaneus und Os basale Meckeli, bildet im proximalen Teil der Planta eine breite Sehnenplatte, gibt sodann fünf Einzelsehnen, (zuerst die für die fünfte Zehe) ab, welche an je einer Endphalanx inserieren. Da der N. tibialis medialis am medialen Malleolus zwischen den Sehnen von Flexor tibialis und Flexor fibularis liegt, so ist die Topographie bei *Ornithorhynchus* wie bei *Homo*. Tibiofibularwärts finden wir: Sehne des Tibialis posticus, des Flexor tibialis, Nerv, Sehne des Flexor fibularis.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis

entspringt in der Planta von der Sehne des Flexor fibularis. Ohne mit dem oberflächlichen, vom Calcaneus entspringenden Kopf des Flexor digitorum brevis in irgendwelche Verbindung zu treten (bei den meisten Tieren besteht nämlich eine solche), teilt er sich in zwei Muskelbündel, deren jedes sich zur Sehnenscheide der zweiten, bzw. dritten Zehe verhält, wie der oberflächliche, oben beschriebene Kopf zur vierten. Auf Fig. 1 Taf. V ist die Sehnenscheide der zweiten Zehe der ganzen Länge nach gespalten, so daß die vollständig glatte Innenfläche sichtbar wird.

Ich habe diesen, aus einem oberflächlichen und einem tiefen Kopf bestehenden Muskel ohne weiteres als Flexor digitorum brevis eingeführt im Hinblick auf das ganz entsprechende Verhalten des Flexor digitorum brevis bei einigen *Marsupialia*, allen *Prosimiae* und *Simiae*, bei welchen dieser Muskel sich auch aus einem vom Calcaneus und einem zweiten vom Flexor fibularis kommenden Teil zusammensetzt, beide getrennt durch den lateralen, meist auch den medialen Plantarnerven. Die Lagebeziehungen zum Nerven treten bei *Ornithorhynchus* nicht klar zutage, weil ein einheitlicher N. plantaris lateralis nicht existiert. Angedeutet aber ist die oberflächliche Lage des einen, die tiefe des andern Teils immerhin dadurch, daß der versorgende Nerv in den oberflächlichen, vom Calcaneus entspringenden Teil an dessen Innenfläche, in den tiefen, vom Flexor fibularis entspringenden von außen eintritt (Fig. 1 Taf. V). Schwierigkeiten macht ferner die Erklärung der Insertion des Muskels, d. h. der Übergang in je eine Sehnenscheide statt der für den Flexor digitorum brevis charakteristischen Spaltung der Sehne durch die Perforatussehne. Da ich aber bei den *Edentaten*, besonders auffallend bei *Myrmecophaga jubata*, einen wohlcharakterisierten Flexor

digitorum brevis mit ganz ähnlichem Verhalten gefunden habe, so zweifle ich nicht, daß es sich auch bei *Ornithorhynchus* um einen auf niedriger Entwicklungsstufe stehenden Flexor digitorum brevis handelt. Schulze (1867) und Manners Smith (1894) fassen ihn ebenfalls als Flexor digitorum brevis auf, allerdings ohne nähere Begründung. Owen (1842) erwähnt ihn nicht und Meckel (1826) sagt von der vom Flexor fibularis entspringenden Portion: »Sunt igitur musculi illi et lumbricales et flexores perforati superficiales«, während er die zwei vom Calcaneus entspringenden Muskeln (den Kleinzehenmuskel und meinen oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis) für Lumbricales, die auf den Calcaneus gewandert sind, hält. Wie er zu dieser Ansicht kommt, erklärt er nicht. Für die Auffassung dieser Muskeln als Lumbricales fehlt jeder Anhaltspunkt.

ε. Der Tibialis posticus

deckt die laterale Hälfte der Tibia, wird in seinem proximalen Abschnitt von Gastrocnemius lateralis und Flexor tibialis vollständig zugedeckt und entspringt von der unteren medialen Partie der Fibulaschaufel, von der Membrana interossea und der Fascie des Popliteus. Seine Sehne verläuft oberhalb des medialen Malleolus vor der Sehne des Flexor tibialis (siehe oben), tritt dann unter dem Spornknochen in die Planta, wo sie an Talus und Naviculare inseriert. Das ganze Verhalten des Muskels ist, von ganz geringfügigen Abweichungen abgesehen, innerhalb der Säugetierreihe ein so gleichmäßiges, daß es nicht recht verständlich erscheint, warum Meckel (1826), Owen (1842), Manners Smith und Beddard (1894) ihn bei *Ornithorhynchus* als Soleus auffassen.

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

ist mächtig ausgebildet (auf Fig. 1 Taf. V nicht gezeichnet), entspringt von der lateralen Fläche des Tuber calcanei, verläuft dann schräg distalwärts, tritt unter die fünfte Sehne des Flexor fibularis und setzt sich sodann an der Innen-, d. h. Dorsalseite der Sehnenplatte des Flexor fibularis an. Mit dem Flexor tibialis, an den sich der Muskel bei *Homo* ansetzt, tritt er bei *Ornithorhynchus* in keine Verbindung, ein Befund, der sich aus der erst bei weiterer Entwicklung von Flexor tibialis und fibularis erfolgenden Überkreuzung und Verwachsung der Sehnen erklärt. Eine Fortsetzung von Muskelfasern nach den Teilsehnen des Flexor fibularis, wie sie bei *Homo* nach den Teilsehnen des Flexor tibialis besteht, habe ich

bei keinem Exemplar beobachtet. Innerviert wird die Caro quadrata Sylvii durch drei auffallend starke Äste des N. plantaris lateralis.

η. Lumbricales

fehlen.

B. Nerven.

Bei oberflächlicher Betrachtung fällt schon eines auf: Während der N. tibialis des Menschen und der höheren Säuger als einheitlicher Strang — von den Muskelästen selbstverständlich abgesehen — zwischen der oberflächlichen und tiefen Muskelschicht der Flexorenseite herabzieht und sich erst in der Nähe der Planta in die zwei Plantarnerven teilt, verläuft bei *Ornithorhynchus* der N. tibialis mit drei, fast gleichwertigen Strängen zur Sohle. Die Aufsplitterung oder richtiger der noch nicht erfolgte Zusammenschluß des N. tibialis ist jedenfalls ein primitives Verhalten, da ich es auch bei *Lacerta ocellata* vorgefunden habe. Auch entspricht es der durchgehenden Erfahrung, daß die Geflechte bei tieferstehenden Tieren in der Regel lockerer gewebt sind, als bei höherstehenden.

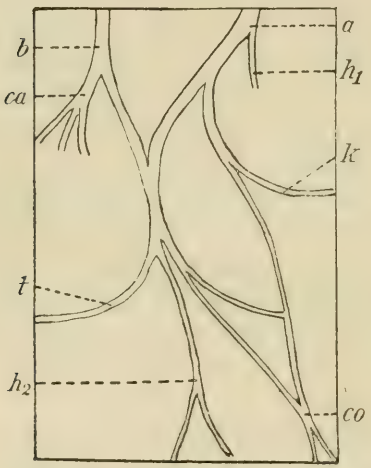
Von den drei Strängen des N. tibialis entspricht der stärkste mediale dem N. plantaris medialis, in den beiden andern Bahnen verlaufen Fasern des N. plantaris lateralis, in der lateralen außerdem Fasern des N. communicans tibialis.

Im oberen Drittel des Oberschenkels trennt sich der N. tibialis vom N. ischiadicus ab und gibt schon ungefähr in der Mitte des Oberschenkels den Strang *a* ab (Fig. 1 Taf. V), der wenige mm unterhalb seines Abganges durch ein zweites Nervenbündel verstärkt wird. Der Strang *a* verläuft an der lateralen Seite des Unterschenkels, innerhalb der Fascie abwärts und gibt am unteren Drittel desselben den N. communicans tibialis ab, d. h. einen Nerven, der sich mit einem Hautast des Peroneusgebietes (N. communicans fibularis?) vereinigt, um mit diesem die Haut an der distalen Fibulaepiphyse — ein lateraler Malleolus besteht nicht — und den lateralen Rand des Fußrückens zu versorgen. Der Rest von Strang *a* verläuft das distale Ende der Fibula entlang, betritt die Planta und versorgt hier mit einem Aste den lateralen Rand der fünften Zehe, während ein zweiter Ast unter dem Kleinzehenmuskel und dem oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis verschwindet, wo er einen Muskelast für den Kleinzehenmuskel und den lateralen M. contrahens abgibt und sich sodann mit Strang *b* vereinigt.

Etwas oberhalb der Fibulaschaufel geht vom Hauptstamm des

N. tibialis der Muskelast für den medialen Gastrocnemius ab, sowie in der Höhe der oberen Fibulakante ein starker Muskelast, der den Flexor tibialis, den Popliteus und den Tibialis posticus versorgt.

Der N. tibialis verläuft dann über die Ursprungsportion des Flexor tibialis hinweg und gibt an dessen lateralem Rande einen starken Muskelast für den lateralen Gastrocnemius und den Flexor fibularis, außerdem ein feines Ästchen ab, das über den Flexor fibularis lateralwärts verläuft und sich im subcutanen Bindegewebe verliert. Sofort nach Abgabe dieses Muskelastes teilt sich der N. tibialis in die beiden Hauptstränge *b* und *c*, von welchen der mediale *c* fast doppelt so stark als *b* ist. Strang *b* verläuft über den Flexor fibularis abwärts, tritt in der Planta an dessen laterale Seite und teilt sich hier in zwei Äste, deren medialer die Caro quadrata Sylvii mit drei auffallend starken Zweigen versorgt und deren lateraler unter den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis tritt, um sich dort mit dem Rest von Strang *a* zu vereinigen.



Verhalten des N. plantaris lat. in der Planta. Vgl. Fig. 1 Taf. V.
a = Strang *a*; *b* = Strang *b*; *ca* = Ast für die Caro quadrata Sylvii; *co* = Ast für Contrahens V; h_1 = Hautast für die 5. Zehe; h_2 = Hautast für die 5. und 4. Zehe; *k* = Ast für den Kleinzehenmuskel; *t* = Ast für die tiefen Muskeln.

Bald nach der Vereinigung (s. nebenstehende schematische Zeichnung) teilt sich der Nerv in drei Äste: einen Hautast h_2 für die einander zugekehrten Ränder der vierten und fünften Zehe, einen Ast *t* für die tiefen Muskeln sowie einen dritten Ast, der mit dem Contrahensaste von Strang *a* anastomosiert. Das distale Verhalten von Strang *a* und *b* beweist ohne weiteres, daß diese beiden nach Abgabe des N. communicans tibialis den N. plantaris lateralis der höheren Säuger repräsentieren.

Der Strang *c* verläuft auf dem Tibialis posticus und Flexor fibularis abwärts, tritt in der Planta auf den tiefen Kopf des Flexor digitorum brevis, gibt ein an die zwei Muskelbündel sich verzweigendes Ästchen, sowie eines zum oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis ab und teilt sich im übrigen in mehrere Äste, welche den medialen Rand der ersten Zehe und die einander zugekehrten

Ränder der ersten, zweiten, dritten und vierten Zehe versorgen. Der Strang *c* entspricht also vollständig dem N. plantaris medialis der höheren Säuger.

Echidna aculeata.

A. Muskeln.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Die oberflächlich vom N. tibialis gelegene Muskelgruppe wird wie bei *Ornithorhynchus* durch drei Muskeln vertreten: den medialen, den lateralen Gastrocnemius und den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis, den ich allerdings nur bei einem Exemplar *Echidna* vorgefunden habe.

α. Der mediale Gastrocnemius

entspringt vom medialen Epicondylus femoris, wird in der Mitte des Unterschenkels sehnig, vereinigt seine Sehne aber nicht mit der seines Nachbarmuskels, wie dies bei *Ornithorhynchus* der Fall ist, sondern verläuft ganz selbständig ab- und lateralwärts und inseriert, über den Ansatz des lateralen Gastrocnemius hinwegziehend, an der lateralen Hinterseite des Tuber calcanei.

β. Der laterale Gastrocnemius

ist ebenso stark wie der mediale (bei *Ornithorhynchus* ist derselbe Muskel drei- bis viermal stärker als der mediale Gastrocnemius), entspringt von der oberen Kante der Fibulaschaufel, verläuft, ohne Beziehung zum medialen Gastrocnemius zu nehmen, mit selbständiger Sehne zum Tuber calcanei, an dessen medialer Hinterseite er, unter der Sehne des medialen Gastrocnemius, inseriert. Mivart (1866) und Westling (1889) fassen diesen Muskel als Soleus auf, wozu sie sich wahrscheinlich durch seinen Ursprung von der Fibula verleiten lassen.

Mc. Murrich (1904) klagt über die große Konfusion, die in der Deskription von Gastrocnemius und Soleus herrsche. Manchmal werde ersterer als aus einem einzigen Kopfe bestehend, manchmal letzterer als im lateralen Kopfe des Gastrocnemius steckend beschrieben, in einem Falle werde sogar der mediale Kopf des Gastrocnemius als Soleus bezeichnet. Mc. Murrich selbst kommt sodann zu dem Schlusse, daß für den Gastrocnemius der Ursprung vom Femur und die Zusammensetzung aus zwei Köpfen, für den Soleus der Ursprung von der Fibula und die Einköpfigkeit charakteristisch sei.

Wenn dieser Satz richtig wäre, dann hätten wir ja einen schnell

gefundenen Wegweiser aus der allgemeinen Verwirrung, eine angenehme, direkt aus der menschlichen Anatomie übernommene Schablone, mit der wir uns überall sofort zurecht finden könnten. Leider liegen die Verhältnisse nicht so eindeutig.

Schon bei *Ornithorhynchus* haben wir das Dilemma: ein zweiköpfiger Muskel, dessen einer Kopf von der Fibula entspringt. Also weder ein Gastrocnemius (denn ein Kopf entspringt nicht vom Femur) noch ein Soleus (denn der Muskel ist nicht einköpfig).

Damit finden wir wieder die alte Erfahrung bestätigt, daß der Ursprung in vielen Fällen ein irreleitendes Kriterium ist, welches für die Bestimmung eines Muskels lange nicht den Wert wie die Insertion hat.

Was den lateralen Gastrocnemius anbelangt, so scheint er ursprünglich ein Muskel mit rein fibularem Ursprung gewesen zu sein, der allmählich auf das Femur gewandert ist. Bei den *Monotremen* und einigen *Marsupialia* ist dieser rein fibulare Ursprung noch erhalten, während bei andern *Marsupialia* die verschiedensten Entwicklungsstadien: Ursprung vom Ligamentum genu laterale, vom lateralen Meniscus bis zum rein femoralen Ursprung zu beobachten sind.

Genau dieselbe Wanderung haben Fürst (1903) und Taylor und Bonney (1905) für den Popliteus, der infolge seiner charakteristischen fächerförmigen Gestalt den Vorzug der Unverwechselbarkeit hat, bewiesen; und zwar machen Taylor und Bonney für diese Wanderung das Verschwinden der Beweglichkeit zwischen Tibia und Fibula, Fürst die veränderte Winkelstellung zwischen Ober- und Unterschenkel verantwortlich. Sicherlich mag für diese Wanderung auch der Umstand von Belang sein, daß die Fibula der *Monotremen* viel weiter proximalwärts reicht als bei den höheren *Mammalia*, wo sie sekundär weiter distalwärts verrückt ist als die Tibia.

Alle diese Gründe, die für den Popliteus gelten, mögen auch für die Wanderung des lateralen Gastrocnemius von Belang gewesen sein.

Was mich aber ganz besonders dazu veranlaßt, den »Soleus« von Miwart und Westling als lateralen Gastrocnemius anzusprechen, das ist der Umstand, daß ein selbständiger, vom lateralen Gastrocnemius wohldifferenzierter Soleus in der Tierreihe recht spät auftritt. Bei den *Marsupialia* fehlt ein solcher durchweg. (Er ist höchstens durch einige, dem lateralen Gastrocnemius eng angehörige Muskelfasern angedeutet.)

Entsprechend seiner späten Entwicklung fehlt der Soleus auch

bei vielen höheren Säugern, während ein Fehlen des lateralen Gastrocnemius (nach Miwart und Westling fehlt der laterale Gastrocnemius bei *Echidna*) sonst nirgends beobachtet zu sein scheint.

Im übrigen wende ich aber auch bei *Echidna* den Namen »lateraler Gastrocnemius« mit demselben Vorbehalt wie bei *Ornithorhynchus* (S. 39) an. Auch hier handelt es sich wahrscheinlich nicht um ein unbedingtes Homologon mit dem lateralen Gastrocnemius der höheren Säuger.

γ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis

fehlt meist. Nur bei einem Exemplar fand ich eine vom Calcaneus entspringende Muskelportion, die sich in zwei Teile spaltet, einen medialen, der seine Muskelfasern mit dem vom Flexor fibularis entspringenden tiefen Kopf zu gemeinsamer Insertion an der Sehnenscheide der zweiten Zehe vereinigt, und einen lateralen, der zur vierten Zehe verläuft und diffus im Bindegewebe endet, da eine wohlgebildete Sehnenscheide fehlt.

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

wie bei *Ornithorhynchus* (S. 40).

β. Der Flexor tibialis

wie bei *Ornithorhynchus* (S. 40). Miwart und Westling fassen diesen Muskel als Plantaris auf, wahrscheinlich wegen der Ausbreitung seiner Sehne zu einer Plantarfascie. Warum ich ihn für einen Flexor tibialis halte, kann ich erst S. 59 begründen.

γ. Der Flexor fibularis

im wesentlichen wie bei *Ornithorhynchus*. In der Planta teilt sich die Hauptsehne in fünf von medial nach lateral an Stärke abnehmende Teilsehnen, welche an den Endphalangen der Zehen inserieren.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis,

der nur aus einem einzigen Muskelbündel besteht, entspringt in der Planta von der Sehne des Flexor fibularis. In Gegend des zweiten Metatarsophalangealgelenkes geht er in die Sehnenscheide der starken zweiten Zehe über. In dem einen Fall, wo auch ein oberflächlicher Kopf des Flexor digitorum brevis bestand, verbanden sich beide knapp vor der Insertion, um gemeinsam in die Sehnenscheide auszulaufen. Westling faßt den tiefen Kopf des Flexor digitorum brevis (einen

oberflächlichen hat sie nicht beobachtet) als Lumbricalis auf, ohne weitere Begründung.

ε. Der Tibialis posticus

wie bei *Ornithorhynchus* (S. 42).

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

wie bei *Ornithorhynchus* (S. 42).

η. Lumbricales

fehlen.

B. Nerven.

Der N. tibialis verhält sich bei *Echidna* ungefähr ebenso wie bei *Ornithorhynchus*. Eine kleine Modifikation besteht nur insofern, als Strang *a* und *b* sich schon am Unterschenkel, oberhalb des Calcaneus zum N. plantaris lateralis vereinigen.

Die Plantarnerven wie bei *Ornithorhynchus*. Der N. plantaris medialis versorgt den tiefen Kopf des Flexor digitorum brevis und in dem einen Fall, wo eine Calcaneusportion bestand, auch diese.

Westling beschreibt meinen Strang *a* (Teil des N. plantaris lateralis + N. communicans tibialis) als »besonders stark entwickelten Communicans tibialis« und zählt unter den Merkmalen, welche *Ornithorhynchus* und *Echidna* gemeinsam haben, auch die »eigenartige Verbreitung des Communicans tibialis, die von der aller übrigen Säuger abweicht«, auf.

Das Verhalten des Nerven ist von Westling in der genauesten Weise untersucht, aber nicht ganz korrekt gedeutet worden. Die diesbezügliche Abweichung der *Monotremen* von den übrigen Säugern ist nämlich keineswegs so ungeheuer, wie sie in dem Fall erscheint, wenn man mit Westling annimmt, daß der N. communicans tibialis (der reine Hautnerv der übrigen Säuger) bei den *Monotremen* auch Muskeläste für die Plantarmuskeln abgibt.

Vielmehr liegt das Abweichende nur darin, daß ein Teil des lateralen Plantarnerven bei den *Monotremen* (übrigens auch bei einigen *Marsupialia*, so *Didelphys cancrivora*, *Dasyurus hallucatus*, *Trichosurus vulpecula* u. a.) die Bahn des N. communicans tibialis bis zur Planta benutzt.

Zusammenfassung.

Als besonders primitive Merkmale sind herauszuheben:

1) Der laterale und mediale Gastrocnemius sind bei *Echidna* zwei selbständige Muskelindividuen. (Bei *Ornithorhynchus* besteht eine Vereinigung der Sehnen.)

2) Der laterale Gastrocnemius und der Popliteus entspringen von der Fibulaschaufel.

3) Ein als Muskelindividuum für sich bestehender Soleus und Plantaris fehlen. Es ist aber möglich, daß diese beiden Muskeln entweder mit dem lateralen Gastrocnemius zu einem einheitlichen Muskel verschmolzen sind (sekundäre Vereinfachung), oder daß sie sich noch nicht aus dem lateralen Gastrocnemius herausdifferenziert haben (ursprünglicher Zustand).

4) Der Flexor tibialis inseriert in der Plantarfascie des medialen Fußrandes und hat keine Beziehung zu den Zehen und zum Flexor fibularis.

5) Der Flexor fibularis ist etwa dreimal stärker als der Flexor tibialis und inseriert an den Endphalangen sämtlicher Zehen.

6) Der Flexor digitorum brevis hat zwei Köpfe, einen vom Calcaneus und einen von der Sehne des Flexor fibularis entspringenden; er besitzt keine perforierten Sehnen, sondern läuft in die Sehnenscheiden des Flexor fibularis aus.

7) Der N. tibialis bildet am Unterschenkel drei Hauptstränge. Der mediale entspricht dem N. plantaris medialis, die beiden lateralen führen Fasern des N. plantaris lateralis und des N. communicans tibialis.

Wenn man die beiden Tiere, *Ornithorhynchus* und *Echidna* miteinander vergleicht, so erscheint *Echidna* darin primitiver, daß eine Vereinigung der beiden Gastrocnemii noch fehlt. Dagegen weist die oberhalb des Calcaneus erfolgende Vereinigung zweier Hauptnervenstränge zum N. plantaris lateralis ihr eine höhere Entwicklungsstufe als *Ornithorhynchus* zu, eine Stufe, wie sie bei den *Marsupialia* anzutreffen ist.

Die Frage, welches von den beiden Tieren ursprünglicher ist, dürfte wohl nach wie vor unentschieden bleiben. *Ornithorhynchus* ist primitiver in seiner Hautmuskulatur (Ruge, 1895), im Verhalten der Vorderarmarterie (Hochstetter, 1896), im furchenlosen Gehirn (Ziehen, 1897), im Haarkleid, im Auftreten eines Foramen olfactorium, von Zähnen, im Verhalten der Vorderarmknochen (von Weber zitiert 1904). Dagegen zeigt *Echidna* ursprünglichere Verhältnisse im Verhalten des M. obliquus superior oculi (Göppert, 1894), in bezug auf den Mammar- und Marsupialapparat (Ruge, 1895), im Bau der Leber (Braus, 1896), im Verhalten der hinteren Hohlvene, der Vena azygos hemiazygos und des Sinus transversus (Hochstetter, 1896),

im histologischen Bau des Magens (Oppel, 1896), in der Entstehung der Haargruppen (Römer, 1898), im Bau des Kehlkopfs (Göppert, 1901). Ob es sich aber um wirklich primitive oder sekundär vereinfachte Verhältnisse handelt, läßt sich in vielen Fällen wohl schwer entscheiden.

Oppels Ansicht (1896), daß die »niederen« Säuger nicht als auf einer »niederen«, »einfachen«, »ursprünglichen« Entwicklungsstufe stehen gebliebene Tiere aufzufassen seien, daß sie vielmehr im Bau ihrer Organe hochgradige sekundäre Vereinfachungen zeigen, mag wohl zum größten Teile zu Recht bestehen.

2. Marsupialia.

Didelphyidae.

Aus dieser tiefstehenden Gruppe, der »ursprünglichsten Form unter den rezenten *Marsupialia*« (Weber, 1904), habe ich *Didelphys cancrivora* (Fig. 2 Taf. V) präpariert.

A. Muskeln.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Die oberflächliche Muskelgruppe wird hier durch den medialen, den lateralen Gastrocnemius, den Plantaris und den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis repräsentiert, ist also um einen Muskel, den Plantaris, reicher, als bei den *Monotremen*.

α. Der mediale Gastrocnemius

entspringt muskulös vom medialen Epicondylus femoris. (Auf Fig. 2 ist er knapp nach seinem Ursprung abgeschnitten und lateralwärts zurückgeschlagen.) Er deckt mit seinem kurzen Muskelbauch die mediale Portion des Popliteus fast vollständig zu, wird aber schon am oberen Drittel des Unterschenkels sehnig, verläuft schräg ab- und medialwärts und inseriert, ohne sich mit der Sehne des lateralen Gastrocnemius zu vereinigen, an der lateralen Hinterseite des Tuber calcanei. Ein eigener starker Ast des N. tibialis versorgt ihn.

β. Der laterale Gastrocnemius

entspringt gemeinsam mit dem Plantaris vom Epicondylus lateralis femoris, vom lateralen Meniscus und vom Ligamentum genu laterale. Außerdem kommt ein Teil seiner Fasern von der Fascie der Peroneusmuskeln, nur einzelne von der Fibula selbst. Er deckt mit

seinem Muskelbauch den Plantaris sowie die laterale Randportion des Flexor fibularis und inseriert mit seiner, in der Mitte des Unterschenkels beginnenden Sehne an der medialen Hinterseite des Tuber calcanei, überkreuzt von der Sehne des medialen Gastrocnemius (wie bei *Echidna*).

Da sich das auf dem Unterschenkel entspringende Muskelbündel bei manchen *Marsupialia* sehr deutlich von dem übrigen lateralen Gastrocnemius abhebt, so liegt der Gedanke nahe, in ihm die ersten Entwicklungsstadien des Soleus zu vermuten.

Coues (1872) rechnet zum Soleus außer dem vom Unterschenkel auch den vom lateralen Meniscus entspringenden Teil, den ich unter allen Umständen für ein aszendierendes Bündel des lateralen Gastrocnemius halten möchte, das im Begriffe steht, sich von der Unterschenkelportion zu trennen, um den definitiven lateralen Gastrocnemius, das unbedingte Homologon des lateralen Gastrocnemius der höheren Säuger, zu bilden, während die zurückgelassene Unterschenkelportion die ersten Anfänge des Soleus darstellt. Es handelt sich hier also wahrscheinlich um eine Differenzierung, die durch Längsteilung erfolgt, jene dritte Art von Muskeldifferenzierung, die Gadow (1882) unterscheidet.

γ. Der Plantaris

ist an seinem Ursprunge mit dem lateralen Gastrocnemius verwachsen, bildet aber im übrigen einen ganz selbständigen Muskel. Er wird vom lateralen Gastrocnemius fast vollständig bedeckt und liegt der lateralen Seite des Flexor fibularis unmittelbar an.

Der Muskel entspringt vom lateralen Epicondylus femoris, mit wenigen Fasern auch vom Ligamentum genu laterale. Seine Sehne verläuft schräg ab- und medialwärts, liegt erst unter der Sehne des lateralen, dann unter der des medialen Gastrocnemius, tritt an deren mediale Seite und legt sich dann, die beiden Gastrocnemiussehnen vollständig deckend, wieder lateralwärts, so daß diese von der Plantarissehne umschlungen erscheinen. Oberhalb des Calcaneus beginnt die Sehne an Breite zuzunehmen und setzt dann, die Insertionspunkte der Gastrocnemii ganz verdeckend, über das Tuber calcanei, wo sich ihre Randpartien an den Seitenflächen des Tuber calcanei anheften, während die mittlere Partie frei darüber hinwegläuft. In der Planta wird die Sehne immer breiter und dementsprechend dünner. So erfolgt der allmähliche Übergang in die Plantarfascie, in deren medialer Randpartie auch der Flexor tibialis endet. Die Plantarfascie

strahlt mit starken Zügen nach den Fußrändern, mit etwas schwächeren nach den drei mittleren Zehen aus, bis zu den distalen Enden der Metatarsalia. An den Fußrändern geht sie in die Fascie der Dorsalseite über, in ihrer mittleren Partie nimmt sie an die Haut Anheftung. In der Gegend des Naviculare enthält die Plantarfascie eine Knorpelplatte eingelagert (Fig. 2 Taf. V. Auf dieser Figur ist zwecks Demonstration der tieferen Lage die Mittelpartie der Plantarfascie abpräpariert).

δ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis

entspringt mit zwei Muskelbündeln von der Plantarfascie. Zu beachten ist, daß er nicht etwa die direkte Fortsetzung des Plantaris repräsentiert (wie das bei *Erinaceus* und manchen *Prosimiae* der Fall ist, wo der Plantaris den Eindruck macht, als gingen seine Sehnenfasern in der Planta wieder in einen neuen Muskelbauch über, den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis), sondern daß der oberflächliche Kopf deutlich eine tiefere Schicht zur Plantarfascie bildet, d. h. von deren Dorsalseite entspringt. Die beiden Muskelköpfe verlaufen konvergent zueinander und vereinigen ihre Sehnen zu einer gemeinschaftlichen, welche bis in die Gegend der Grundphalanx der zweiten Zehe verläuft und sich dort in zwei Zipfel teilt, um die tiefe Sehne durchzulassen; also eine typische Perforation mit Anheftung an der Mittelphalanx. Zwischen oberflächlichem und tiefem Kopf besteht keine Verbindung.

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

entspringt fleischig von dem Fibulaköpfchen und wird fast vollständig von den Flexoren bedeckt. Er verläuft mit schwach divergierenden Muskelfasern ab- und medialwärts und inseriert an dem oberen Drittel der medialen Tibiakante; einen kleinen, dicht unterhalb des Gelenkes befindlichen Teil dieser Kante läßt er frei. Nach Sidebotham (1885) entspringt er vom lateralen Condylus femoris.

β. Der Flexor tibialis

ist ein schlanker Muskel, etwa ein Drittel schwächer als der Flexor fibularis. Er ist an seinem Ursprunge fast untrennbar mit dem Tibialis posticus verwachsen, mit dem er vom Fibulaköpfchen, sowie von der Fascie des Popliteus entspringt. Die in der Mitte des Unterschenkels entstehende Sehne kreuzt hinter dem medialen Malleolus

die Sehne des Tibialis posticus, indem sie hinter dieselbe tritt, und verläuft sodann in die Planta, wo sie sich kontinuierlich in die Plantarfascie des medialen Fußrandes, die einen Sesamknorpel enthält, fortsetzt.

γ. Der Flexor fibularis

entspringt, medial mit dem Tibialis posticus verwachsen, vom Fibulaköpfchen, ferner vom oberen Drittel des Fibulaschaftes und von der Membrana interossea. Er ist ungefähr dreimal stärker als der Flexor tibialis. Seine, am unteren Viertel des Unterschenkels beginnende kräftige Sehne verläuft in der tiefen, zwischen Calcaneus und medialem Malleolus befindlichen Rinne in die Planta (topographische Lage wie bei *Homo*), wo sie sich in fünf, an den Endphalangen inserierende Sehnen teilt.

Coues (1872) und Sidebotham (1885) haben in bezug auf Flexor tibialis und Flexor fibularis bei *Didelphys virginiana* und *Chironectes variegatus* wesentlich andre Befunde. Beide beschreiben eine Vereinigung der Sehnen von Flexor tibialis und Flexor fibularis. Trotz dieses völlig verschiedenen distalen Verhaltens zweifle ich an einer Homologie der von Coues und Sidebotham mit den von mir beschriebenen Muskeln nicht im geringsten, eine Behauptung, die ich allerdings erst im folgenden (S. 59) stützen kann.

Nebenbei muß ich, zur Vermeidung von Mißverständnissen, bemerken, daß Coues in seiner Arbeit einen kleinen Fehler macht, der sich in älteren Untersuchungen öfter vorfindet. Er hält den, an den Endgliedern der Zehen inserierenden Flexor fibularis für einen »Flexor digitorum communis longus« und faßt dementsprechend den Flexor tibialis als »Flexor pollicis longus« (soll wohl hallucis heißen!) auf. Heute sind wir darüber nicht mehr im Zweifel, daß der bei niedrigen Säugern alle Zehen versorgende tiefe Muskel der Flexor fibularis und nicht der Flexor tibialis ist. Diesen kleinen sachlichen Fehler nahm ich, als ich oben von jener Muskelhomologie sprach, der besseren Übersicht wegen, stillschweigend als korrigiert an.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis

entspringt von der Sehne des Flexor fibularis, und zwar entspringt der Hauptteil von deren Plantarabschnitt, während ein kleiner Teil vom Unterschenkelabschnitt kommt. Aus dem gemeinsamen Muskelbündel gehen drei Sehnen hervor, welche von den Sehnen des Flexor fibularis perforiert werden und an den Mittelphalangen der dritten, vierten und fünften Zehe inserieren. Zwischen oberflächlichem und

tiefem Kopf, die durch die Plantarnerven getrennt werden, besteht keine Verbindung, so daß sie als zwei ganz verschiedene, nur im distalen Verhalten gleiche Muskeln erscheinen.

ε. Der Tibialis posticus

ist etwas schwächer als der Flexor tibialis, der seine mediale Randpartie deckt. Er ist an seinem Ursprunge medial mit dem Flexor tibialis, lateral mit dem Flexor fibularis verwachsen und entspringt mit diesen Muskeln gemeinsam vom Fibulaköpfchen und mit einigen Fasern von der Membrana interossea. Seine Sehne verläuft dicht hinter dem medialen Malleolus in die Planta, wo sie an den medialen Tarsalknochen, Naviculare und Cuneiforme I inseriert.

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

fehlt, wie bei allen *Marsupialia*.

η. Lumbricales

sind vier vorhanden, welche aus den Winkeln der fünf vom Flexor fibularis gebildeten Sehnen entspringen und an den tibialen Seiten der vier lateralen Zehen vorbei in die Dorsalaponeurose derselben auslaufen. (Auf Fig. 2 Taf. V nicht gezeichnet.)

B. Nerven.

Der N. tibialis zeigt das den *Monotremen* eigentümliche Verhalten: die Aufteilung in drei zur Planta verlaufende Nervenstränge, wobei die Vereinigung der beiden Teilnerven des N. plantaris lateralis wie bei *Echidna* schon am Unterschenkel erfolgt. Die ganzen Verhältnisse lehnen sich überhaupt so eng an die bei den *Monotremen* bestehenden an, daß ich mir eine detaillierte Beschreibung wohl sparen darf, indem ich auf Fig. 2 Taf. V verweise.

Der N. plantaris medialis versorgt, wie aus Fig. 2 hervorgeht, sowohl den oberflächlichen wie den tiefen Kopf des Flexor digitorum brevis. Auf meinem Präparat ist der N. plantaris medialis, ebenso wie der N. plantaris lateralis (der die tiefen Muskeln der Sohle versorgt) bald nach seinem Eintritt in die Planta der besseren Übersichtlichkeit wegen abgeschnitten.

Dasyuridae.

Aus dieser Gruppe habe ich *Dasyurus hallucatus* (Fig. 3 Taf. V) präpariert.

A. Muskeln.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Diese wird, wie bei *Didelphys* durch den medialen, den lateralen Gastrocnemius, den Plantaris und den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis gebildet.

α. Der mediale Gastrocnemius

wie bei *Didelphys cancrivora* (S. 50).

β. Der laterale Gastrocnemius

verhält sich ebenso wie bei *Didelphys cancrivora* (S. 50). Auch in bezug auf den Soleus gilt das dort Gesagte.

γ. Der Plantaris,

auf Fig. 2 Taf. V vom Calcaneus losgelöst und medialwärts umgeschlagen, entspringt wie bei *Didelphys* gemeinsam mit dem lateralen Gastrocnemius und liegt erst unter demselben. Seine Sehne umschlingt und bedeckt aber ebenso wie dort die Sehnen der beiden Gastrocnemii von der medialen Seite her und tritt auf das Tuber calcanei, über das sie sich in Form einer Kappe stülpt. Mit den beiden Rändern heftet sie sich an den Seitenflächen des Tuber an, verläuft aber im übrigen frei in die Planta, in der sie als Plantarfascie endet; und zwar bildet sie eine kräftige Partie für den lateralen Fußrand und vier einzelne Stränge, welche sich an Haut und Sehnenscheiden der zweiten, dritten, vierten und fünften Zehe heften. (Die erste Zehe ist reduziert.)

δ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis

entspringt von der Unter-, d. h. Dorsalseite der Plantarfascie und tritt mit dem tiefen Kopf in Verbindung. (Vgl. S. 56.)

In bezug auf die eben beschriebenen Muskeln befinde ich mich mit den sehr gründlichen und ausführlichen Angaben von Cunningham (1882) und Maccormick (1886/87), welche *Thylacinus* und *Dasyurus viverinus* behandeln, bis auf einige kleine Unterschiede in Übereinstimmung. Cunningham hat bei *Thylacinus* z. B. die beiden Gastrocnemii bald nach ihrem Ursprung vereinigt gefunden, während sie bei den beiden *Dasyurus*-Species (dem von Maccormick und dem von mir untersuchten) bis zu ihrer Insertion selbständig bleiben. Außerdem ist die Aufteilung der Plantarfascie in die einzelnen Stränge bei *Thylacinus* und *Dasyurus viverinus* eine etwas andre. Die

Unterschiede sind aber so belanglos, daß es eine nähere Erörterung derselben kaum lohnt.

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

ist schwach entwickelt, verhält sich im übrigen aber wie bei *Didelphys.*

β. Der Flexor tibialis

ist ein schlanker, feiner Muskel und beträgt kaum ein Fünftel des Flexor fibularis. Er deckt den Muskelbauch des Tibialis posticus fast vollständig zu. Der Muskel nimmt Ursprung vom Fibulaköpfchen, der Membrana interossea und der Fascie des Popliteus. Die Lage der Sehne zum Tibialis posticus ist dieselbe wie bei *Didelphys.* In der Planta aber teilt sie sich in zwei Sehnen: die mediale endigt als Fascie für den rudimentären Hallux, die laterale vereinigt sich mit einem von der Plantarfascie abgehenden Sehnenbündel zu einem Streifen, der sodann Beziehung zum Flexor digitorum brevis gewinnt (s. Fig. 3 und 4 Taf. V). Über das weitere Verhalten des Muskels siehe S. 57.

γ. Der Flexor fibularis

entspringt von der oberen Hälfte des Fibulaschaftes und der Membrana interossea. Seine breite Sehne verläuft in der Rinne zwischen Calcaneus und medialem Malleolus und teilt sich ungefähr in der Mitte der Planta in vier Sehnen, welche an den Endphalangen der vier ausgebildeten Zehen inserieren. Der rudimentäre Hallux bekommt keine Sehne.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis

entspringt von der Sehne des Flexor fibularis und tritt mit dem oberflächlichen Kopf in Verbindung.

Der oberflächliche Kopf, der distal vom Calcaneus von der Dorsalseite der Plantarfascie entspringt, geht nämlich in zwei dünne Sehnen über, deren jede sich nach kurzem Verlaufe mit je einer der vom tiefen Ursprungskopfe kommenden Sehnen vereinigt. Der von der Sehne des Flexor fibularis entspringende tiefe Kopf gibt drei feine Sehnen ab, von denen sich zwei, wie eben gesagt, mit je einer des oberflächlichen Kopfes verbinden, während die dritte für sich allein die perforierte Sehne für die vierte Zehe bildet. Da nun

außerdem der Plantaris, sowie der Flexor tibialis Sehnen abgeben, welche mit den Sehnen des Flexor digitorum brevis in Verbindung treten, so entsteht ein kompliziertes Netzwerk, dessen genaue Schilderung ich mir, um so mehr als es bei verschiedenen Exemplaren variieren dürfte, sparen möchte. Aus dem Geflecht gehen Sehnen für die vier ausgebildeten Zehen, für die fünfte und zweite Zehe sogar je zwei ab. Jede der Sehnen spaltet sich an der Sehnenscheide in zwei, in spitzem Winkel divergierende Zipfel, welche in dem Gewebe der Scheide verschwinden.

An der dritten Zehe (siehe Fig. 3 Taf. V) habe ich die ganze Sehnenscheide längs gespalten und die beiden Blätter nach rechts und links zurückgeschlagen. Dabei zeigt es sich, daß die Innenwand der Vagina nicht die glatte Fläche wie bei den *Monotremen* darbietet. Die Sehne des Flexor digitorum brevis splittert sich nämlich im Gewebe der Sehnenscheide nicht in ihre Endfasern auf, sondern behält die straffe Sehnenstruktur und tritt von der Außen- an die Innenfläche der Scheide. Sie umgreift, reliefartig mit dieser Fläche verwachsen, nach Art der perforierten Sehnen die tiefe Sehne des Flexor fibularis mit zwei Zipfeln, vereinigt aber ihre beiden Zipfel wieder hinter dem Rücken der Sehne, um an der Mittelphalanx zu inserieren. Zwischen den beiden Zipfeln besteht an der Basis der Grundphalanx ein sehniger Verbindungsbogen, das Chiasma Camperi.

Der Unterschied zwischen der vollständig perfekten Perforation, wie sie *Homo* und die Affen, sowie andere *Placentalia*, aber auch ein Teil der *Marsupialia* zeigen, und diesem hier beschriebenen Befund von *Dasyurus* besteht nur darin, daß in dem ersteren Falle Sehnenscheide und Perforatussehne des Flexor digitorum brevis zwei selbständige, voneinander völlig unabhängige Gebilde repräsentieren, während in dem eben geschilderten Falle die Perforatussehne mit der Sehnenscheide vereinigt, ja gleichsam in diese eingelassen ist. Es ergibt sich somit für die Ausbildung der Perforation vorläufig die Entwicklungsreihe: 1) *Monotremen*, 2) *Dasyurus hallucatus*, 3) die meisten *Marsupialia* und *Placentalia*.

ε. Der Tibialis posticus

verhält sich wie bei *Didelphys* (S. 54).

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

fehlt.

η. Lumbricales

sind sechs vorhanden. Je zwei (nicht gezeichnet) entspringen aus den von den Sehnen des Flexor fibularis gebildeten Winkeln und inserieren je nach ihrer Lage an der tibialen oder fibularen Seite der Sehnenscheide, ohne auf die Dorsalseite der Zehen überzugehen. Das doppelte Vorhandensein der Lumbricales beobachtete auch MACCORMICK bei *Dasyurus viverinus*, CUNNINGHAM bei *Thylacinus*. Ebenso betonen beide, daß die Lumbricales keine Beziehung zur Extensorenseite haben.

Alles in allem genommen zeigen *Dasyurus viverinus* (MACCORMICK, 1886/87), *Myrmecobius fasciatus* (LECHE, 1891), und *Thylacinus* (CUNNINGHAM, 1882), in bezug auf den Popliteus, Tibialis posticus, die Caro quadrata Sylvii und die Lumbricales (bezüglich letzterer muß ich *Myrmecobius fasciatus* offen lassen, da LECHE von den Lumbricales nicht spricht) ungefähr dieselben Verhältnisse wie *Dasyurus hallucatus*.

In bezug auf Insertion des Flexor tibialis, Flexor fibularis und Flexor digitorum brevis bestehen Verschiedenheiten, welche durch folgende Tabelle veranschaulicht werden mögen:

	Dasyurus hallue.	*Dasyurus viv.* (MACCORMICK)	*Myrmecobius fasc.* LECHE)	*Thylacinus* (CUNNINGHAM)
Fl. tib.	Hat 2 Teilsehnen. Die med. endet als Fascie des rud. Hallux. Die lat. verbindet sich mit der Plantarfascie.	Hat 2 Teilsehnen. Die med. inseriert am rud. Hallux, die lat. an der Basis des V. Metatarsale.	Hat 2 Teilsehnen. Die med. ins. an der Basis des I. Metatarsus, d. lat. vereinigt sich mit der Sehne d. Fl. fib.	Die Sehne verbindet sich mit der des Fl. fib.
Fl. fib.	Keine Verbindg. mit Fl. tib. Die Sehne hat 4 Endsehnen, welche an den Endphalangen der 4 Zehen inserieren.	Wie bei *Das. hallue.*	Verbindet sich mit einem kl. Teil des Fl. tib. Insertion der Endsehnen an den Endphalangen.	Verbindet sich mit der ganzen Sehne des Fl. tib., dann Teilung in 4 Endsehnen mit Ins. an den Endphalangen.
Fl. dig. br.	Der oberfl. Kopf entspringt von der Plantarfascie und gibt 2, der tiefe von der Sehne des Fl. fib. und gibt 3 Sehnen ab. Diese Sehnen + lat. Teil des Fl. tib. + Teil der Plantarfascie bilden ein Geflecht, aus dem die 4 perforierten Sehnen hervorgehen. Insertion an Mittelphalangen.	Der oberfl. Kopf entspringt v. d. Plantarfascie unmittelbar in der Gegend des Calc., der tiefe von der Sehne des Fl. fib. Verbindung der beiden, Aufteilg. in 4 Muskelbündel mit perforierten Sehnen für jede Zehe. Insertion an Mittelphalangen.	Der oberfl. Kopf von der Plantarfascie, der tiefe von der Sehne des Fl. fib. Die beiden geben 4 Sehnen für die 2.—5. Zehe ab. Perforation, Insertion an den Mittelphalangen.	Schwach entwickelt. Hat nur einen oberfl. Kopf. Ursprung vom Calcaneus. 4 zarte Sehnen, Perforation, Insertion an den Mittelphalangen.

Diese Tabelle gibt vor allem ein anschauliches Bild von dem wechselnden Verhalten des Flexor tibialis und bietet mir Gelegenheit zu begründen, warum ich bei *Ornithorhynchus*, *Echidna* und *Didelphys* den als Plantarfascie des medialen Fußrandes endigenden Muskel, der von andern Autoren als Tibialis posticus oder als Plantaris aufgefaßt wird, für einen Flexor tibialis halte.

Bei den *Didelphyidae* konnte ich diese Frage noch nicht mit einiger Aussicht auf Erfolg aufwerfen, denn bei dieser Tiergruppe sind nur die beiden extremsten Fälle beobachtet: einerseits die Endigung des Flexor tibialis in der Plantarfascie des medialen Fußrandes, anderseits die vollständige Vereinigung der Sehnen des Flexor tibialis und Flexor fibularis. Hier bei den *Dasyuridae* haben wir aber in *Myrmecobius fasciatus* ein Zwischenglied, welches einiges Licht auf die Entwicklung des Flexor tibialis wirft.

Höchst merkwürdig ist es, daß ein und derselbe Muskel innerhalb einer Tiergruppe solche Varietäten zeigt. Es ist wie ein leises Tasten und Versuchen, wo er am besten Wurzel fassen könnte. Sein ursprünglichstes Verhalten scheint der Muskel in jenen Fällen zu zeigen, wo er in die Plantarfascie ausstrahlt. Meist verlaufen dabei die Fasern seiner Endsehne den medialen Fußrand (im Gewebe der Plantarfascie) entlang (*Monotremen*, *Didelphys cancrivora*), sie können aber außerdem lateralwärts ziehen, ja bis zum lateralen Fußrand auslaufen, dort in die Tiefe dringen und sich am fünften Metatarsale ansetzen (*Dasyurus viverinus*). In allen diesen Fällen (von dem letzten bei *Dasyurus viverinus* beobachteten abgesehen) zeigt der Muskel also ein ähnliches Verhalten wie der Plantaris. Seine Funktion dürfte auch dementsprechend eine ähnliche sein, d. h. im wesentlichen in der Spannung der Plantarfascie bestehen.

Das nächst höhere Entwicklungsstadium scheint *Myrmecobius fasciatus* zu repräsentieren. Dort bildet die Sehne des Muskels zwei Teilsehnen, deren eine die typische Insertion in der Plantarfascie des medialen Fußrandes beibehalten, während die andre sich mit der Sehne des Flexor fibularis vereinigt hat. Dasselbe Verhalten des Muskels habe ich übrigens auch innerhalb der *Edentaten*-Gruppe bei *Orycteropus aethiopicus* beobachtet. Es erscheint wohl außer allem Zweifel, daß der Muskel einen Funktionswechsel anstrebt. Worin die Triebfeder zu dieser Entwicklungsrichtung zu suchen ist, ob sie in der Lebensweise oder der Locomotionsart des Tieres oder in andern Ursachen liegt, darüber lassen sich wohl eine Menge

Hypothesen aufstellen, aber kaum ein einziger unbedingt stichhaltiger Grund anführen.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung gibt der Flexor tibialis seine ursprüngliche Insertion und Funktion ganz auf und vereinigt seine Sehne vollständig mit der des Flexor fibularis, mit dem gemeinsam er die Zehen beugt (*Thylacinus*). Aus einem ursprünglichen Spanner der Plantarfascie ist er so zu einem Synergisten (im engsten Sinne des Wortes) des Flexor fibularis geworden.

Es ergibt sich somit die Entwicklungsreihe: 1) *Monotremen* und *Dasyurus hallucatus* 2) *Myrmecobius fasciatus* 3) *Thylacinus.*

Thylacinus ist auch in andern Muskeln das höchstentwickelte Tier dieser Gruppe: die beiden Gastrocnemii sind vereinigt, der Flexor digitorum brevis entspringt vom Calcaneus.

B. Nerven.

Der N. tibialis verhält sich im wesentlichen wie bei den *Monotremen* (Siehe S. 43).

Der Flexor digitorum brevis wird nur vom N. plantaris medialis versorgt.

Gegenüber den *Monotremen* und *Didelphyidae* zeigt *Dasyurus hallucatus* insofern eine höhere Entwicklungsstufe, als der Tibialisstamm sich nach Abgabe des Hauptstranges a nicht sofort weiter teilt, sondern bis nahe an seinen Eintritt in die Planta einheitlich bleibt.

Notoryctidae.

Aus dieser Gruppe habe ich kein Tier untersucht. Da aber speziell über *Notoryctes typhlops* eine sehr reichhaltige Literatur vorhanden ist, kann ich es mir nicht versagen, die Hauptbefunde, die mir im Hinblick auf meine Untersuchungen interessant scheinen, hervorzuheben. Ich beziehe mich dabei im wesentlichen auf die neueste auf diesem Gebiet erschienene Arbeit, Carlsson »Zur Anatomie des *Notoryctes typhlops*« (1904).

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Von den Gastrocnemii ist jeder für sich selbständig. Der Plantaris fehlt.

b. Tiefe Muskelgruppe.

Der Flexor tibialis befestigt sich an dem tibialen Randknochen, der in der gemeinsamen Haut des Mittelfußes eingeschlossen liegt.

Der Flexor fibularis gibt fünf Sehnen ab, welche sich an den Endphalangen ansetzen.

»Der Flexor digitorum communis brevis« (ich zitiere jetzt wörtlich) »entspringt von der plantaren Fläche des tibialen Randknochens — ein vom gewöhnlichen Verhalten ganz abweichender Ursprung — und besteht nur aus Sehnenfasern, welche sich in zwei Streifen verteilen. Von diesen verbindet sich der eine mit der Sehne des Flexor fibularis, welche sich zur zweiten Zehe erstreckt, der andre inseriert an der zweiten Phalanx der dritten Zehe, lateralwärts von der Sehne des genannten Muskels, ohne mit ihr in eine Vereinigung zu treten. Der Muskel ist also sehr verkümmert und hat seine Aufgabe, wie ein M. perforatus zu wirken völlig verloren.«

Dieses von Carlsson beschriebene Verhalten ist mit dem sonst üblichen des Flexor digitorum brevis kaum in Einklang zu bringen. Wie gewagt es auch ist, sich allein auf Grund von Beschreibungen, also ohne Zuhilfenahme des Präparats ein sachliches Urteil über anatomische Befunde zu erlauben, so halte ich es doch für sehr wahrscheinlich, daß das, was Carlsson als Flexor digitorum brevis auffaßt, die distale Partie des Flexor tibialis repräsentiert, der Beziehungen zum Flexor fibularis zu gewinnen trachtet, und der den tibialen Randknochen in seiner Sehne eingelagert hat. Nur so werden die mitgeteilten Befunde verständlich. Das was Carlsson als Flexor tibialis beschreibt, wäre dann nur die proximale (bis zum Randknochen reichende) Partie dieses Muskels.

Rückblickend auf die S. 60 aufgestellte Entwicklungsreihe wäre *Notoryctes typhlops* nach dem soeben Gesagten dem *Myrmecobius fasciatus* an die Seite zu stellen.

Phascolarctidae.

Auch aus dieser Gruppe habe ich kein Tier selbst untersucht. Es existieren aber Angaben von Young (1882) über *Phascolarctos cinereus*. Als Wesentlichstes sei daraus hervorgehoben:

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

Der Plantaris endet in der Plantarfascie.

Ob die beiden Gastrocnemii vereinigt oder selbständig sind, geht aus der Arbeit nicht hervor.

b. Tiefe Muskelgruppe.

Flexor tibialis (YOUNG faßt den Flexor tibialis als einen zweiten Tibialis posticus auf) und Flexor fibularis haben keine Beziehung zueinander.

Der Flexor digitorum brevis scheint nur einen tiefen, von der Sehne des Flexor fibularis entspringenden Kopf zu bilden. Die Arbeit ist aber zu wenig detailliert, um sichere Schlüsse zu erlauben.

Phalangeridae.

Als Repräsentanten dieser Gruppe untersuchte ich *Trichosurus vulpecula* (Fig. 5 Taf. VI).

A. Muskeln.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

α. Der mediale Gastrocnemius

im allgemeinen wie bei *Didelphys* (S. 50).

β. Der laterale Gastrocnemius

im allgemeinen wie bei *Didelphys*. Die Sehne vereinigt sich aber am unteren Drittel des Unterschenkels mit der des medialen Gastrocnemius, wobei eine auffällige Überkreuzung der Fasern erfolgt, derart, daß die des medialen Gastrocnemius oberflächlich und lateralwärts, die des lateralen Gastrocnemius in der Tiefe und medialwärts verlaufen. Ein selbständiger Soleus fehlt. Vielleicht wird er auch hier durch Muskelfasern, die von der Fascie der Mm. peronei kommen, repräsentiert.

γ. Der Plantaris

und seine Sehne verhält sich in Lage und Verlauf zu den Gastrocnemii wie bei *Didelphys* und *Dasyurus hallucatus*. Wie dort stülpt sich die Sehne kappenförmig über das Tuber calcanei und setzt sich in die Plantarfascie fort, die besonders an den Fußrändern sehr stark entwickelt ist.

Auf Fig. 5 Taf. VI ist die mediale Randpartie, die sich am Metatarsale I anheftet, dicht am Calcaneus abgeschnitten, die laterale, welche den starken, vom Calcaneus kommenden Kleinzehenmuskel deckt, vollständig abpräpariert. In der medialen sind zwei Sesamknöchelchen eingelagert, welche mit dem Naviculare artikulieren, dem Flexor tibialis Anheftung bieten und durch die Fascie an der Unterlage festgehalten werden.

δ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis

fehlt.

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

verhält sich wie bei *Didelphys* (S. 52).

β. Der Flexor tibialis

entspringt vom Fibulakopf, der Fascie des Popliteus, dem oberen Viertel der Tibia und der Membrana interossea. Die Sehne verläuft dicht hinter dem medialen Malleolus auf der Sehne des Tibialis posticus (auf Fig. 5 Taf. VI ist sie etwas medialwärts dislociert). In der Planta teilt sie sich in zwei Sehnen, deren mediale am medialen Sesamknöchelchen Anheftung nimmt, sodann aber weiter zum Cuneiforme I verläuft, deren laterale sich an dem etwas größeren lateralen Sesamknöchelchen befestigt, das mit einer Art Gelenkkapsel an das Naviculare geschlossen ist. Der Muskel geht also nach alledem keinerlei Verbindung mit dem Flexor fibularis ein.

γ. Der Flexor fibularis

verwächst mit den Peroneusmuskeln, entspringt vom Fibulakopf und -Schaft und von der Membrana interossea. Die mächtige Sehne tritt in der Rinne zwischen Calcaneus und Talus in die Planta und teilt sich dort in fünf Sehnen, welche zu den Endphalangen verlaufen.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis,

der bei *Didelphys* zum kleinen Teile von dem Unterschenkelteil der Sehne des Flexor fibularis entspringt, ist bei *Trichosurus* noch weiter proximalwärts bis auf den Muskelbauch gewandert, so daß es den Anschein hat, als hätte der Flexor fibularis selbst sich in einen Perforatus und Perforans differenziert. Daß dieser hohe Ursprung aber ein sekundär erworbener ist, beweist der rekurrente Nerv. Aus der Muskelmasse gehen drei Sehnen hervor, welche zu der fünften, vierten und der durch Syndactylie zu einer Zehe verschmolzenen dritten und zweiten Zehe gehen und dort eine regelrechte, vollständig ausgebildete Perforation mit dem üblichen Verhalten zeigen.

ε. Der Tibialis posticus

ist bedeutend schwächer als der Flexor tibialis und wird an seinem Ursprunge vom Flexor fibularis vollständig gedeckt. Er entspringt vom Fibulakopf und von der Fascie des Popliteus. Seine dünne Sehne verläuft erst auf der Membrana interossea, dann auf der Tibia,

dann in einer Rinne hinter dem medialen Malleolus, vollständig bedeckt von der Sehne des Flexor tibialis.

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

fehlt.

η. Lumbricales.

Von diesen sind nur die zwei lateralen ausgebildet, welche an den tibialen Seiten der vierten und fünften Sehnenscheide inserieren. Die durch Syndactylie zu einer Zehe verschmolzene dritte + zweite erhält keinen.

Ähnliche Befunde, wie ich bei *Trichosurus*, haben Cunningham (1882) bei *Cuscus*, Parsons (1896) bei *Petrogale xanthopus* verzeichnet.

Der Popliteus empfängt bei *Cuscus* auch Fasern vom lateralen Knieband, bei *Petrogale* auch vom Semilunarknorpel.

Der Flexor tibialis fehlt nach Cunningham bei *Cuscus*. Cunningham spricht aber dafür von einem zweiten Tibialis posticus.

Es ist begreiflich, daß dieser Autor, der bei *Thylacinus* den Flexor tibialis mit dem Flexor fibularis sich vereinigen sah, zögert, bei einem verwandten Beuteltier einen Muskel mit grundverschiedener Insertion ebenfalls als Flexor tibialis aufzufassen, selbst wenn diese Auffassung nach Lage und allgemeinem Verhalten des Muskels nahe läge. Vorsichtig sagt er also ungefähr von ihm: »Der zweite Tibialis posticus nimmt die Lage des fehlenden Flexor tibialis ein. Es ist möglich, daß er den fehlenden Flexor tibialis darstellt, aber die Tarsalinsertion läßt sich mit dieser Ansicht wohl kaum vereinbaren.«

Ich glaube, daß nach dem S. 59 Gesagten kein Zweifel besteht, daß es sich auch hier um einen Flexor tibialis und nicht um einen zweiten Tibialis posticus handelt.

Parsons (1896) beschreibt bei *Petrogale xanthopus* einen Plantaris, der perforierte Sehnen zur fünften und vierten Zehe abgibt.

B. Nerven.

Das Verhalten des N. tibialis ist ungefähr dasselbe wie bei *Echidna* und den vorher beschriebenen *Marsupialia*. Abweichend von *Didelphys* und *Dasyurus* ist der Ast für den Flexor digitorum brevis, der sich schon am Unterschenkel vom N. plantaris medialis abtrennt, auf der Sehne des Flexor fibularis aber bis in die Region des Calcaneus verläuft und dort kehrt macht, um nach aufwärts zum Muskel zu verlaufen (Fig. 5 Taf. VI).

Zusammenfassung.

Wenn ich die bei den *Marsupialia* erhaltenen Befunde in allgemeinen Zügen zusammenfasse, so ergibt sich Folgendes:

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

$\alpha + \beta$. Der mediale und der laterale Gastrocnemius

sind meist jeder für sich selbständig, ausgenommen bei *Thylacinus* (Cunningham), wo sie sich kurz nach ihrem Ursprunge, und *Trichosurus* (S. 62), wo sie sich etwas oberhalb des Calcaneus vereinigen, um an demselben zu inserieren.

Der laterale Gastrocnemius entspringt nicht nur vom lateralen Femurepicondylus, sondern meist auch noch vom lateralen Meniscus und dem lateralen Knieband.

Ein selbständig entwickelter Soleus fehlt. Die ersten Andeutungen eines solchen finden sich aber wahrscheinlich in jenen Muskelbündeln des lateralen Gastrocnemius, die nicht, wie der übrige Teil des Muskels auf das laterale Knieband, den Semilunarknorpel und das Femur hochgewandert sind, sondern ihren Ursprung von der Fascie der Extensorenseite und der Fibula beibehalten haben. Coues (1872) rechnet auch Fasern, die vom lateralen Knieband und dem Meniscus entspringen, zum Soleus. Da der Soleus auch dort, wo er vollkommen entwickelt ist, niemals Ursprungsfasern hat, die über die Region des Unterschenkels hinausgehen, halte ich jene Ansicht für unwahrscheinlich, vielmehr fasse ich jene Fasern als in Ascendenz begriffene Fasern des lateralen Gastrocnemius auf.

Ganz ungerechtfertigt aber ist es, wenn Young (1882) daran denkt, den vom Flexor fibularis entspringenden Flexor perforatus (tiefer Kopf des Flexor digitorum brevis) bei *Phascolarctos cinereus* als Soleus zu bezeichnen.

γ. Der Plantaris

ist fast immer ebenso stark wie die Gastrocnemii. Er entspringt gemeinsam mit dem lateralen Gastrocnemius, von dem er am Ursprunge gedeckt wird, vom lateralen Epicondylus femoris, manchmal auch vom lateralen Knieband und vom Meniscus. Seine Sehne gewinnt im weiteren Verlaufe eine immer mehr und mehr oberflächliche Lage und tritt, die Insertionsstellen der Gastrocnemii vollständig deckend, über das Tuber calcanei, über das sie sich meist in Form einer dicken Kappe stülpt. Dann tritt sie, immer breiter und dementsprechend dünner werdend, in die Planta und

bildet die Plantarfascie, die besonders an den Fußrändern stark entwickelt zu sein pflegt und in der Gegend des Naviculare eine Knorpelplatte oder ein Sesamknöchelchen (bei *Trichosurus* sogar zwei) enthält, das meist mit dem Naviculare articuliert. Von der Unter- d. h. Dorsalseite der Plantarfascie entspringt bei manchen *Marsupialia* (z. B. *Didelphys*, *Dasyurus hallucatus* und *viverinus*, *Myrmecobius fasciatus* und *Petrogale xanthopus*):

δ. Der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis,

der meist mit dem tiefen Kopf in Verbindung tritt. (Zusammenhängende Beschreibung des Flexor digitorum brevis siehe S. 67.)

b. Tiefe Muskelgruppe.

α. Der Popliteus

entspringt bei den meisten *Marsupialia* nur vom Fibulakopf, bei einigen finden sich aber noch außerdem Ursprungsportionen vom lateralen Knieband und vom Semilunarknorpel. Einen rein femoralen Ursprung habe ich nicht beobachtet. Sidebotham (1885) erwähnt aber einen solchen bei *Chironectes variegatus*.

β. Der Flexor tibialis

zeigt ein ganz auffallendes Verhalten. Am besten unterscheidet man hier drei Gruppen:

1) Bei den von mir untersuchten Tieren (*Didelphys cancrivora*, *Dasyurus hallucatus* und *Trichosurus vulpecula*) hat er keine Beziehung zum Flexor fibularis, sondern breitet seine Sehne, sobald er unterhalb des medialen Malleolus in die Planta tritt, wie der Plantaris mehr und mehr aus, um den medialen Fußrand mit einer Fascie zu bedecken. Bei *Didelphys cancrivora* und *Trichosurus vulpecula* geht die Fascie des Flexor tibialis unmittelbar in die des Plantaris über, so daß man kurzweg sagen könnte, der Flexor tibialis endige in der vom Plantaris gebildeten Plantarfascie. Bei *Dasyurus hallucatus* ist dieses Verhalten insofern etwas modifiziert, als der Flexor tibialis keine kontinuierliche Fascie, sondern zwei wohlabgegrenzte Teilsehnen bildet, deren eine mit einem von der Plantarfascie sich abspaltenden Strang in Verbindung tritt, was allerdings, sozusagen, auf dasselbe herauskommt. Alles in allem genommen, erinnern diese Verhältnisse vollständig an die bei den *Monotremen* verzeichneten, nur daß dort kein Plantaris und keine lege artis

ausgebildete Plantarfascie vorhanden ist. Eine solche bildet der Flexor tibialis nur am medialen Fußrand.

Ähnliche Beziehungen des Muskels zur Plantarfascie und zum tibialen Sesamknochen fand Maccormic bei *Dasyurus viverinus*, Cunningham bei *Cuscus*, Young bei *Phascolarctos cinereus*.

2) Ein vollständig andres Bild bietet der Flexor tibialis bei *Chironectes variegatus* (Sidebotham), *Didelphys virginiana* (Coues) und *Thylacinus* (Cunningham). Bei den erwähnten Tieren vereinigt er seine Sehne vollständig mit der des Flexor fibularis.

3) Einen dritten Befund, der die Brücke zwischen den beiden eben erwähnten bildet, verzeichnet Leche bei *Myrmecobius fasciatus*, wo die Sehne des Flexor tibialis sich in zwei Sehnen teilt, »eine breitere, welche zur Basis des Metatarsus I geht« (von Beziehungen zur Plantarfascie spricht Leche nicht) »und eine schmälere, welche sich mit der Sehne des Flexor hallucis longus (Flexor fibularis) vereinigt«.

Bei den *Edentaten* fand ich ähnliche Variationen in der Insertion des Flexor tibialis wie bei den *Marsupialia*. Bei den meisten läuft der Muskel in die Plantarfascie aus, die einen Sesamknorpel enthält. Bei *Orycteropus aethiopicus* aber inseriert nur ein Teil der Sehne in der Plantarfascie, die den Sesamknorpel eingelagert hat, der zweite Teil vereinigt sich mit der Sehne des Flexor fibularis.

γ. Der Flexor fibularis

ist bei allen *Marsupialia* ein mächtiger Muskel, meist drei- bis viermal stärker als der Flexor tibialis. Seine Sehne verläuft in einer Rinne zwischen medialem Malleolus und Calcaneus in die Planta und bildet hier eine breite Sehnenplatte, die sich in die Einzelsehnen für die Zehen teilt. Die Insertion erfolgt an den Endphalangen.

δ. Der Flexor digitorum brevis

hat meist zwei Ursprungsportionen oder Köpfe, einen oberflächlichen, von der Dorsalseite der Plantarfascie, und einen tiefen, von der Sehne des Flexor fibularis entspringenden Kopf. Der Ursprung des letzteren kann verschieden hoch, ja sogar bis vom Muskelbauch des Flexor fibularis erfolgen. Bei einigen *Marsupialia* fehlt der oberflächliche Kopf, z. B. bei *Didelphys virginiana*, wie aus der Arbeit von Coues (1872), bei *Cuscus*, wie aus der von Cunningham (1882) hervorgeht, sowie bei *Trichosurus vulpecula* (S. 62).

Der tiefe Kopf scheint, wie ich aus CUNNINGHAMS Arbeit zu entnehmen glaube, bei *Thylacinus* zu fehlen. Leider können diese Deutungen aus der Literatur aus begreiflichen Gründen nicht unbedingt verläßlich sein.

Aus dem Muskelabschnitt, sei es nur des tiefen, oder nur des oberflächlichen Kopfes oder beider, gehen Sehnen hervor (manchmal besteht eine Verbindung zwischen Sehnen des oberflächlichen Kopfes und des tiefen, manchmal keine), welche von denen des Flexor fibularis perforiert werden.

Dasyurus hallucatus zeigt eine Verwachsung der Perforatus-Sehnen mit der betreffenden Sehnenscheide, ähnlich wie ich sie bei *Myrmecophaga jubata* (siehe S. 82 ff, ferner Fig. 6 und 7 Taf. VI) beschrieben habe.

ε. Der Tibialis posticus,

neben dem medialen Gastrocnemius der konstanteste Muskel innerhalb der ganzen Säugetiergruppe, entspringt von der Fibula, vielfach auch von der Membrana interossea und der Fascie des Popliteus und inseriert am Naviculare und Cuneiforme I. Manchmal ist seine Sehne eine kleine Strecke weiter, manchmal weniger weit zu verfolgen. Diese Unterschiede haben keine wesentliche Bedeutung.

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

fehlt bei allen *Marsupialia*.

η. Die Lumbricales

sind entweder einfach oder doppelt (*Dasyurus hallucatus*, *Dasyurus viverinus*, *Thylacinus*) vertreten. Sie entspringen aus den Winkeln, die von den Einzelsehnen des Flexor fibularis gebildet werden. Wenn nur vier Lumbricales vorhanden sind, so inserieren sie meist an der Dorsalaponeurose der Zehen, an die sie von der tibialen Seite der vier lateralen Zehen herantreten. Wenn sie aber doppelt vertreten sind (d. h. sieben an Zahl), dann inserieren sie zu beiden Seiten der Flexorscheide der zweiten, dritten und vierten Zehe, während die fünfte Zehe nur einen für die tibiale Seite bekommt. Eine Beziehung zur Dorsalaponeurose besteht bei den von mir untersuchten Exemplaren in diesem Verdoppelungsfalle nicht.

Wenn man die bis jetzt untersuchten *Marsupialia* miteinander vergleicht, so scheint — ich beschränke meine Vergleiche allerdings nur auf das von mir bearbeitete Gebiet, die Unterschenkelmuskulatur der Flexorenseite — die niedrigsten Befunde *Dasyurus hallu-*

catus darzubieten: Die beiden Gastrocnemii sind selbständig, der Popliteus entspringt von der Fibula, der Flexor tibialis hat keine Beziehung zum Flexor fibularis, sondern zeigt Verbindungen mit der Plantarfascie, der Flexor digitorum brevis zeigt noch nicht die vollständig ausgebildete Perforation wie bei den höheren Säugern, die Lumbricales sind doppelt.

Dagegen scheint die höchste Entwicklungsstufe *Thylacinus* erreicht zu haben: Der Popliteus entspringt zwar auch von der Fibula, die beiden Gastrocnemii aber sind vereinigt, der Flexor tibialis vereinigt seine Sehne mit der des Flexor fibularis, der Flexor digitorum brevis zeigt eine vollständig ausgebildete Perforation genau wie sie bei den höheren Säugern besteht.

II. Allgemeiner Teil.

Entwicklung der Flexoren am Unterschenkel und Fuß.

Leider bin ich, wie ich schon eingangs erwähnte, zurzeit nicht in der Lage, meine Untersuchungen über *Edentaten*, *Insectivoren*, *Prosimiae* und *Simiae* in der gleichen ausführlichen Weise auszuarbeiten, wie die über *Monotremen* und *Marsupialia*. Da ich aber den Zweck vorliegender Arbeit darin erblicke, den Entwicklungsgang aufzudecken, den die Flexoren am Unterschenkel und Fuß der Säuger von den *Monotremen* an bis zu *Homo* durchgemacht haben, so möchte ich gelegentlich dieser nunmehr folgenden allgemeinen Ausführungen wenigstens kurz die Resultate anführen, zu denen ich durch Untersuchung der übrigen Säugergruppen gelangt bin.

a. Oberflächliche Muskelgruppe.

(Gastrocnemius medialis, Gastrocnemius lateralis, Soleus, Plantaris, oberflächlicher Kopf des Flexor digitorum brevis.)

α. Der Gastrocnemius medialis

entspringt innerhalb der ganzen Säugetierreihe ganz konstant vom medialen Epicondylus femoris. Bei *Echidna*, den meisten *Marsupialia* und einigen *Edentaten* ist er ein selbständiger Muskel, der keinerlei Beziehungen zum lateralen Gastrocnemius zeigt, sondern mit eigner Sehne am Tuber calcanei inseriert.

Bei *Ornithorhynchus* (Fig. 1 Taf. V), *Thylacinus*, einigen *Edentaten*, den von mir untersuchten *Insectivoren* (*Talpa* und *Erinaceus*), den *Prosimiae* und *Simiae* aber ist er mit dem lateralen Gastro-

cnemius verwachsen und inseriert mit gemeinschaftlicher Sehne — bei den *Insectivoren*, *Prosimiae* und *Simiae* gesellt sich auch noch der Soleus hinzu — am Tuber calcanei; und zwar verlaufen dabei die Sehnenfasern des medialen Gastrocnemius oberflächlich und lateralwärts, die des lateralen tieferliegend medialwärts.

β. Der Gastrocnemius lateralis

entspringt bei den *Monotremen* von dem schaufelförmigen Fortsatz der Fibula, bei den *Marsupialia* vom lateralen Epicondylus femoris, vom lateralen Knieband, dem lateralen Semilunarknorpel und der Fascie der Peroneusmuskeln. Eine oder die andre Ursprungsportion fehlt manchmal. Bei allen übrigen Säugern aber fand ich den Muskel ebenso konstant wie den medialen Gastrocnemius vom Femur, und zwar vom lateralen Epicondylus entspringen.

Der Ursprung von der Fibula ist augenscheinlich ein primitiver Zustand. Allmählich ascendiert der Muskel, er tritt erst auf das laterale Knieband, dann auf den Semilunarknorpel und schließlich auf den Oberschenkelknochen.

Dieselben Ursachen, wie den Popliteus, Fürst (1903), Taylor und Bonney (1905), mögen auch ihn zur Wanderung bewogen haben. (Siehe auch S. 46.)

Varietäten, die auf dieses Emporwandern hindeuten, hat Testut (1884) nicht beobachtet.

γ. Der Soleus

fehlt bei den *Monotremen* als ausgeprägter selbständiger Muskel. Ebenso bei den *Marsupialia*. Es ist aber möglich, daß jenes auf der Fascie der Peronei und mit einigen Fasern auf der Fibula zurückbleibende Muskelbündel des ascendierenden lateralen Gastrocnemius (siehe S. 51) der erste Anfang eines Soleus ist. Bei *Homo* beobachtete Gegenbaur (1899), daß der fibulare Ursprung des Soleus häufig durch ein Sehnenblatt mit dem Ursprung des Peroneus longus in Zusammenhang steht.

Bei den *Monotremen* ist aber auch von einer beginnenden Differenzierung des Soleus vom Gastrocnemius keine Rede, vielmehr muß man annehmen, daß der Soleus entweder noch undifferenziert im »lateralen Gastrocnemius« (siehe auch S. 39) steckt, oder — wenn man, wie Oppel (1896) den regressiven Entwicklungsgang bei den niedrigen Säugern für wahrscheinlicher hält — daß der Soleus mit dem lateralen Wadenmuskel (dem lateralen Gastro-

cnemius der höheren Säuger) sekundär zu dem »lateralen Gastrocnemius« der *Monotremen* verschmolzen ist.

Ein vollständiges Fehlen des Soleus habe ich nur noch bei *Talpa europaea* beobachtet.

Bei den *Edentaten* fand ich einen wohlentwickelten, ganz selbständigen Soleus, der von der Hinterseite des Capitulum und Collum fibulae entspringt, die ganze Hinterseite der Fibula deckt und mit eigner Sehne, bedeckt von den vereinigten Sehnen der beiden Gastrocnemii, am Tuber calcanei inseriert.

Bei *Erinaceus*, allen *Prosimiae* und *Simiae* ist der Soleus aber kein selbständiger Muskel mehr, sondern verbindet sich mit den beiden Gastrocnemii zum Triceps surae. Er inseriert dann entweder muskulös an der gemeinsamen Sehne der beiden Gastrocnemii oder er bildet eine eigne Sehne und vereinigt diese mit derjenigen der Gastrocnemii zu einer richtigen Achillessehne.

Nach dem Gesagten bestehen in bezug auf die Entwicklung des Triceps surae innerhalb der Säugetierreihe folgende zwei Möglichkeiten:

1) Der Triceps surae von *Homo* und den höheren Säugern ist durch Verschmelzung der Sehnen dreier ursprünglich selbständiger Muskeln entstanden (vierte Art der Muskelbildung nach Gadow (1882) = Vereinigung von Muskeln zu einem).
2) Der Triceps surae war ursprünglich ein einheitlicher Muskel und hat seine bei den hohen Säugern anzutreffende Gestalt durch Aufspaltung dieses Muskels erhalten (dritte Art der Muskeldifferenzierung nach Gadow (1882) = Längsteilung).

Ich halte den ersten Fall für wahrscheinlicher. Dafür spricht das Vorherrschen zweier selbständiger Gastrocnemii bei den niederen Säugern. Auch beim Menschen ist, wie Testut (1884) beobachtet, die Vereinigung der beiden Gastrocnemii oft nur eine scheinbare, so daß diese sich bei sorgfältiger Präparation bis zu ihrem Übergang in die Achillessehne spalten lassen.

Der Soleus entsteht zwar bei den niederen Säugern zweifellos durch Abspaltung vom lateralen Gastrocnemius, bildet aber bei vielen Säugern (*Edentaten* z. B.) erst einen ganz selbständigen Muskel, ehe er im Verlauf der weiteren Entwicklung seine Sehne mit derjenigen der Gastrocnemii zur Achillessehne vereinigt. Die vollständige Selbständigkeit des Soleus, seine Insertion mit eigner Sehne am Calcaneus wurde nach Testut (1884) bei einem Neger beobachtet. Eine bedeutend größere Selbständigkeit, als sie dem

Muskel gemeinhin zuerkannt wird, findet sich recht häufig (Testut). Dies alles sind Momente, die für meine Ansicht sprechen. Es wäre aber wünschenswert, die Frage durch weitere Untersuchungen von über den *Marsupialia* stehenden (also placentalen) Säugern noch weiter zu präzisieren.

$\delta + \varepsilon$. Plantaris und oberflächlicher Kopf des Flexor digitorum brevis.

Auf den Plantaris der *Monotremen* möchte ich erst nach Besprechung des Muskels der andern Säugetiere zurückkommen. Hinsichtlich des Plantaris der *Marsupialia* verweise ich auf S. 65.

Bei den *Edentaten* verläuft die Sehne des starken Plantaris über den Calcaneus, meist in eine Rinne desselben eingelagert, die von der breiten Sehne der Gastrocnemii überdeckt wird. Die Sehne tritt aus der Rinne in die Planta, bildet dort nicht wie sonst eine dünne Plantarfascie, sondern eine breite sehnige Platte und teilt sich in vier Sehnen, welche von den Sehnen des Flexor fibularis durchbohrt werden. Ein von der Sehnenplatte entspringender oberflächlicher Kopf des Flexor digitorum brevis besteht nicht.

Bei *Talpa* ist das Verhalten des Plantaris ein ähnliches, nur gleitet er nicht in einer Rinne des Calcaneus wie bei den *Edentaten*, sondern stülpt sich kappenförmig, an den Rändern lose Befestigung nehmend, über das Tuber calcanei.

Auch bei *Erinaceus* wird die Plantarissehne durch zwei starke Bänder, welche zu den Malleolen verlaufen, auf dem Tuber fixiert. Die Sehne tritt dann in die Planta und setzt sich unmittelbar in den Flexor digitorum brevis fort, so daß man den Eindruck hat, als würden die Sehnenfasern des Plantaris plötzlich wieder muskulös. Die aus dem zweiten Muskelbauch hervortretenden vier Sehnen werden von den Sehnen des Flexor fibularis durchbohrt.

Bei den *Prosimiae* verhält sich der Plantaris im wesentlichen wie bei *Erinaceus*.

Bei den *Simiae* ist er sehr schwach entwickelt oder fehlt ganz. Letzternfalls entspringt der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis direkt vom Calcaneus.

Bei den *Monotremen* fehlt der Plantaris als selbständig entwickelter Muskel. Vielleicht ist er sekundär mit dem lateralen Gastrocnemius zu einem Muskel verschmolzen, bezw. er hat sich aus dem »lat. Gastrocnemius« der *Monotremen* noch nicht herausdifferenziert (vgl. S. 39).

Ein distaler Rest des Plantaris aber wird wohl durch das vom

Calcaneus entspringende, in der Sehnenscheide der vierten Zehe endigende Muskelbündel, den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis, repräsentiert.

Da es schwer fallen dürfte, auf Grund der vorliegenden Mitteilungen zu entscheiden, welcher von diesen vielen heterogenen, bei den Säugetieren vertretenen Befunden der primitivste, für den Entwicklungsgang des Plantaris Ausgang gebende ist, so halte ich es für nötig, auch einige niedrigere Wirbeltiere, ein Amphib und ein Reptil ganz in Kürze zum Vergleiche heranzuziehen.

Ein Amphib angehend führe ich Gaupps Beschreibung über den Plantaris des Frosches (1896) an:

»Das Verhalten der Plantarmuskeln zu der Aponeurose ist derart, daß der M. plantaris longus (= Gastrocnemius Ecker) vermittels der Achillessehne ganz in die Aponeurose übergeht, der Plantaris profundus (= Plantaris Ecker) sich an ihre Dorsalseite anheftet.« »Distalwärts setzt sich die Plantaraponeurose fort in vier Tendines superficiales« (eine geht nach Gaupp zum Prähallux, drei zu den medialen Zehen). »Zur vierten und fünften Zehe wird von der Plantaraponeurose kein Zipfel abgegeben: die oberflächliche Sehne wird für diese Zehen von einem besonderen, unter der Aponeurose gelegenen Muskel geliefert, dem M. flexor brevis superficialis. Er entspringt vom lig. calcanei und gibt drei Sehnenzipfel ab, von denen die beiden letzten die oberflächlichen Beugesehnen für die vierte und fünfte Zehe bilden, während die dritte sich mit der von der Aponeurose stammenden Beugesehne für die dritte Zehe verbindet. Vergleicht man das Verhalten der oberflächlichen Sehnen an den einzelnen Zehen, so liegt es nahe, den Plantaris prof. und den Fl. superf. als zusammengehörig zu betrachten. Dieser Anschauung entspricht, daß beide von demselben Nerven versorgt werden.«

Ein Reptil habe ich in *Lacerta ocellata* untersucht und folgendes gefunden:

Unter dem Gastrocnemius kommt der Plantaris hervor, an dem man zwei Schichten unterscheiden kann. Die oberflächliche geht unmittelbar in die Plantarfascie über, die tiefe bleibt bis zur Planta muskulös, hat in der Calcaneusregion eine Art Inscriptio tendinea eingelagert und setzt sich dann wieder rein muskulös, bedeckt von der Plantarfascie der oberflächlichen Schichte, in die Planta fort. Aus der Muskelmasse gehen für jede Zehe je zwei Sehnen hervor, welche die tiefe Sehne durchtreten lassen. Aber auch von der ober-

flächlich liegenden Plantarfascie gehen Sehnen aus, welche sich mit den darunterliegenden vereinigen.

Aus den hier sub δ und ε zitierten Befunden scheint mir hervorzugehen, daß der Plantaris ursprünglich, d. h. bei den niederen Wirbeltieren, ein Zehenbeuger war, der als eine sozusagen einheitliche, nur am Unterschenkel-Fußgelenk durch eine Zwischensehne unterbrochene Muskelmasse (M. digastricus) bis in die Planta verlief.

Seine weitere Entwicklung konnte nun nach zwei Richtungen erfolgen:

Entweder 1) die plantare Partie des Muskels degenerierte im Interesse einer größeren Freiheit in der Beweglichkeit der Zehen immer mehr und mehr, so wie wir auch an der Hand ein Proximalwärtswandern der Muskulatur kennen.

Oder 2) der Plantaris nahm am Calcaneus Anheftung — vielleicht besteht hier irgendwelche Beziehung zu der Art des Ganges — und teilte sich auf diese Weise in zwei voneinander mehr oder weniger unabhängige Muskeln, einen proximalen, cruralen, den Plantaris im engeren Sinne des Wortes, und einen distalen, plantaren, den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis. (Erste Art der Muskeldifferenzierung nach Gadow [1882] = Teilung in eine proximale und distale Portion.) Die erste Entwicklungsrichtung haben wir in all jenen Fällen vor uns, wo in der Literatur von einem Plantaris die Rede ist, dessen Sehnen von denjenigen des Flexor fibularis durchbohrt werden (gewöhnlich wird dann der Flexor digitorum brevis als fehlend verzeichnet), die zweite dann, wenn ein Flexor digitorum brevis als solcher beschrieben wird. Welche von beiden Richtungen vom Muskel eingeschlagen wird, hängt von Umständen ab, die sich bei näherem Untersuchen und Vergleichen vielleicht aus der Art der Funktion des Fußes, vielleicht auch direkt aus phylogenetischen Zusammenhängen erklären lassen würden.

Alle von mir verzeichneten Befunde lassen sich von jenem hypothetischen Urplantaris der niederen Wirbeltiere (S. 73) in der einen oder andern Richtung ableiten:

Bei *Lacerta* ist der superficielle Teil des plantaren Abschnittes zur Fascie degeneriert, der tiefe hat sich muskulös erhalten.

Bei *Rana* ist die tiefe Schicht ebenfalls muskulös geblieben, hat aber Ursprung vom Ligamentum calcanei genommen, so daß hier schon von einem Flexor digitorum brevis gesprochen werden kann, der seine Zugehörigkeit zum Plantaris aber noch deutlich zeigt.

Bei den *Monotremen* ist nur ein vom Calcaneus entspringender,

zur Sehnenscheide der vierten Zehe verlaufender Muskelteil, der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis vorhanden, während der proximale Teil des Plantaris (der Plantaris im engeren Sinne des Wortes) fehlt (siehe auch S. 72).

Bei den *Marsupialia* hat der Plantaris am Calcaneus Befestigung genommen. Der plantare Abschnitt ist entweder ganz aponeurotisch geworden, oder es haben sich in der tiefen Schicht noch muskulöse Partien erhalten. Letztere stellen dann den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis dar, der von der Plantarfascie zu entspringen scheint (siehe auch S. 66 und 67).

Bei den von mir untersuchten *Edentaten* (außer *Myrmecophaga jubata*, die einen stark entwickelten, nur oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis hat) verläuft der Plantaris ganz frei über den Calcaneus und ist in seinem ganzen plantaren Abschnitt sehnig geworden. Die Plantarfascie bildet hier der Gastrocnemius (ähnlich wie bei *Rana*). Da eine Befestigung des Plantaris am Calcaneus nicht erfolgt, so kann von einem Flexor digitorum brevis im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht gesprochen werden. Ebensowenig kann aber behauptet werden, daß der Flexor digitorum brevis fehlt. Die Differenzierung in den Plantaris im engeren Sinne des Wortes und den Flexor digitorum brevis ist nur ausgeblieben.

Von den *Insectivoren* zeigt *Talpa* Verhältnisse wie die *Edentaten*. Bei *Erinaceus* hat der Plantaris am Calcaneus Anheftung genommen und hat sich in der Planta noch muskulös erhalten.

Bei den *Prosimiae* besteht ebenfalls eine Anheftung am Calcaneus. Dabei ist die oberflächliche Schicht des Plantarabschnittes zur Plantarfascie geworden, die tiefe muskulös geblieben. Letztere repräsentiert den Flexor digitorum brevis, oberflächlicher Kopf. Der Plantaris im engeren Sinne ist meist schwach entwickelt im Vergleich zu dem der niederen Säuger.

Bei den *Simiae* ist der proximale Teil des Plantaris sehr schwach oder fehlt ganz. Sein Plantarabschnitt aber ist in Form der Plantarfascie und des darunter liegenden vom Calcaneus entspringenden oberflächlichen Kopfes des Flexor digitorum brevis erhalten.

Beim Menschen ist der proximale Teil des Plantaris ebenfalls schwach entwickelt, kann gelegentlich ganz fehlen und zeigt den direkten Übergang in die Plantarfascie, wie ich sie noch bei *Hapale* beobachten konnte, in der Regel nicht mehr. Seine distale Portion aber, der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis, der bei allen *Simiae* noch mit dem tiefen Kopf in Verbindung tritt, um den

definitiven, vollständigen Flexor perforatus zu bilden, ist beim Menschen kräftig entwickelt, während der tiefe Kopf, vermutlich vom oberflächlichen verdrängt, in Rückbildung getreten ist.

Varietäten, die Anklänge an weit zurückliegende Entwicklungsstadien böten, sind beim Menschen, soviel ich weiß, nicht gefunden worden. Testut hat aber Fälle beobachtet, die an die Affenzeit erinnern. Der Plantaris im engeren Sinne kann nämlich, wie schon oben erwähnt, gelegentlich ganz fehlen, anderseits wieder sehr stark entwickelt sein und sich an der medialen Seite der Achillessehne in die Plantarfascie fortsetzen. Auch für den Flexor digitorum brevis verzeichnet Testut eine Varietät, die sich sehr hübsch durch die bei den Affen bestehenden Verhältnisse erklären läßt. Manchmal fehlt nämlich bei *Homo* die perforierte Sehne für die fünfte Zehe oder dieser fehlende Teil des Flexor digitorum brevis wird durch ein Muskelbündel ersetzt, das von der Sehnenplatte des tiefen Beugers entspringt. Da nun bei allen Affen der oberflächliche Kopf des Flexor digitorum brevis die medialen Zehen (manchmal zwei bis drei, manchmal nur eine von denselben), der tiefe, vom Flexor fibularis entspringende Kopf die übrigbleibenden lateralen Zehen versorgt, so kann der oberflächliche Kopf nur in der Weise über den tiefen Oberhand gewonnen haben, daß er ihn von der medialen Seite her lateralwärts verdrängt hat. Es ist also wohl erklärlich, daß dieser zuletzt verdrängte, an der fünften Zehe inserierende Teil des tiefen Kopfes des Flexor digitorum brevis am häufigsten als Varietät erscheint.

b. Tiefe Muskelgruppe

(Popliteus, Flexor tibialis, Flexor fibularis, tiefer Kopf des Flexor digitorum brevis, Tibialis posticus, Caro quadrata Sylvii, Lumbricales).

a. Der Popliteus.

Bei den *Monotremen* entspringt der Muskel von der Fibulaschaufel und inseriert an der med. Tibiakante.

Bei den *Marsupialia* entspringt er teils von dem Fibulakopf, teils schon etwas höher, vom lateralen Knieband und vom Epicondylus femoris.

Bei den *Edentaten* kann er fehlen. Wenn er vorhanden ist, dann entspringt er vom knorpligen lateralen Femurcondylus oder vom lateralen Epicondylus. Bei *Myrmecophaga* ist in seine Ursprungssehne ein Sesamknorpel eingelagert.

Bei den *Insectivoren* und allen höheren Wirbeltieren nimmt er Ursprung vom lateralen Epicondylus femoris.

Nur bei *Stenops tardigradus* fiel mir besonders auf, daß der Popliteus (ebenso der Flexor fibularis und Tibialis posticus) vom lateralen Meniscus und dem Ligamentum collaterale laterale entspringt. Taylor und Bonney sprechen auch bei *Lemur* von einem Ursprung des Popliteus von der Fibula, was ich bei meinem Exemplar nicht bestätigt fand.

Die Entwicklung des Popliteus betreffend brauche ich nur auf die Arbeiten von Fürst (1903) sowie Taylor und Bonney (1905) hinzuweisen. Sie haben an der Hand eines Materials, das auch niedrige Wirbeltiere umfaßt, bewiesen, was auch aus meinen Untersuchungen ohne weiteres zu entnehmen ist, daß der Popliteus ursprünglich ein reiner Unterschenkelmuskel war und daß er erst allmählich mit seinen Ursprungsfasern auf das Femur gewandert ist.

Testut bezeichnet den Popliteus als einen der konstantesten Muskeln, was durch die innerhalb so enger Grenzen vor sich gegangene Entwicklung wohl begründet ist. Als Varietäten erwähnt Testut das Vorhandensein eines Sesambeines in der Ursprungssehne, sowie sein gänzliches Fehlen. Eine accessorische Ursprungsportion von der Fibula, die man erwarten könnte, hat der Muskel nicht.

$\beta + \gamma$. Der Flexor tibialis und Flexor fibularis (Flexor digitorum longus und Flexor hallucis longus).

Wie der Flexor tibialis und Flexor fibularis sich bis zu dem, beim Menschen bestehenden Verhalten entwickelt haben, das ist neben der Genese des Flexor perforatus eine der schwierigst zu beantwortenden Fragen, deren Lösung aber innerhalb der Säugetierreihe zu erhoffen ist; denn erst bei den *Prosimiae* tritt ein Flexor tibialis auf, den man ohne den geringsten Zweifel als dem Flexor tibialis des Menschen homolog bezeichnen darf. Bei allen andern, unter den *Prosimiae* stehenden Säugetieren existiert nur ein tiefer Zehenbeuger, der Flexor fibularis, der an die Endphalangen sämtlicher Zehen geht, während der Muskel, den ich als Flexor tibialis auffasse, meist nur Beziehungen zu der Plantarfascie hat.

Infolge der Schwierigkeit einer richtigen Beurteilung dieser Verhältnisse finden sich in der Literatur gerade über diesen Punkt ganz widersprechende Angaben. Von kleinen Fehlern abgesehen (z. B. wenn der Flexor fibularis als Flexor digitorum bezeichnet wird, weil er alle Zehen versorgt!), können sämtliche Angaben im wesentlichen in zwei Hauptgruppen geteilt werden: Jener fragliche Muskel, der die Lage des Flexor tibialis der hohen Säuger einnimmt, der aber

keine Beziehung weder zum Flexor fibularis noch zu den Zehen hat, mit dem man nichts Rechtes anzufangen weiß, da er bei den Halbaffen, Affen und dem Menschen kein Homologon zu haben scheint, wird von den Einen als ein zweiter Tibialis posticus bezeichnet (der Flexor tibialis wird dann als fehlend, oder noch undifferenziert und im Flexor fibularis enthalten angenommen), von den Andern als Flexor tibialis, allerdings ohne jedwede weitere Begründung, aufgefaßt.

Bei den *Monotremen* besteht ein starker Flexor fibularis, der an die Endphalangen sämtlicher Zehen geht. Der bedeutend schwächere Flexor tibialis zeigt gar keine Beziehung zu ihm, sondern inseriert an der Fascie des medialen Fußrandes, in die eine Knorpelplatte eingelagert ist. Diese Knorpelplatte, die bei manchen Tieren verknöchert, findet sich fast konstant in der Endsehne und bildet ein Merkmal, an dem der Muskel schon bei oberflächlicher Betrachtung leicht wiederzuerkennen ist.

Die *Marsupialia*, welche nach Weber (1904) und andern Autoren durch die Verschiedenheit ihrer Form und Lebensweise in Australien gewissermaßen die *Monodelphia* der übrigen Erde vertreten, carnivore, insectivore, herbivore, fliegende, kletternde, grabende, springende Arten bilden, zeigen in bezug auf ihre Unterschenkel- und Fußmuskeln die inkonstantesten und interessantesten Verhältnisse. Hier können wir bei einigen Formen eine Entwicklung bis zu frappierender Höhe beobachten, bei andern so primitive Zustände finden, daß man die Befunde kaum miteinander in Einklang zu bringen vermag. Es dürfte eine der interessantesten Aufgaben sein, diese Tierabteilung im Detail zu studieren und den Causalnexus aufzuklären, welcher zwischen dieser Fülle von Formvarietäten und der Verschiedenheit der Lebensweise der Tiere besteht. Man fände da vielleicht den Schlüssel zu manchen Fragen, die uns rätselhaft sind; denn besser, als die schon recht abseits entwickelten *Monotremen*, scheinen mir manche *Marsupialia* Übergänge zwischen den Verhältnissen der Reptilien und der höheren Säuger zu bilden. Die oben (S. 59 und 66) gegebene Charakteristik des Flexor tibialis der verschiedenen *Marsupialia* zeigt wohl genügend, daß an seiner Homologie mit dem Flexor tibialis der *Primaten* keine Zweifel mehr bestehen können.

Bei den *Edentaten* verläuft der Flexor fibularis ebenfalls zu den Endphalangen der Zehen, während der viel schwächere Flexor tibialis in der Plantarfascie des medialen Fußrandes, die ein Sesam-

bein enthält, inseriert. Bei *Orycteropus aethiopicus* aber schickt die Sehne des Flexor tibialis nur einen Teil ihrer Masse zur Plantarfascie, der andre Teil vereinigt sich mit der Sehne des Flexor fibularis.

Insectivoren: Bei *Talpa* inseriert der Flexor tibialis an einem Knorpelstäbchen, das durch die Plantarfascie an den medialen Fußrand angeheftet wird; bei *Erinaceus* läuft die Sehne ebenfalls in die Plantarfascie aus, ist aber hier bis in die Sehnenscheide der Großzehe zu verfolgen. Der Flexor fibularis, der den Flexor tibialis bedeutend an Stärke übertrifft, inseriert an den Endphalangen sämtlicher Zehen.

Bei den *Prosimiae* und *Simiae* sind Flexor fibularis und Flexor tibialis zwei ungefähr gleichwertige Muskeln. Jeder gibt 2—5 Sehnen ab. Eine Verbindung der Endsehnen besteht insofern, als sich je eine Sehne des Flexor tibialis mit einer des Flexor fibularis zu der gemeinschaftlichen perforierenden Sehne vereinigen kann. Alle nur irgend möglichen Variationen habe ich dabei vertreten gefunden. Konstant war nur, 1) daß die Sehne für die fünfte Zehe fast ausschließlich (ich fand nur eine Ausnahme) vom Flexor tibialis abgegeben wird, und 2) daß der Flexor fibularis immer eine Sehne zum Hallux abgibt, zu der allerdings der Flexor tibialis sehr oft einen kleineren oder größeren Anteil hinzufügt. Aus diesem Befund ist das Bestreben einer Überkreuzung der Sehnen ohne weiteres ersichtlich. Beim Menschen sind die Beziehungen der beiden Sehnen zueinander in den bekannten Arbeiten von Turner (1865), F. E. Schultze (1867) und andern hinreichend studiert, so daß ich auf diese verweisen kann.

Auch Testut bezieht sich in der Angabe der bei Flexor fibularis und Flexor tibialis vorkommenden Varietäten hauptsächlich auf die obenerwähnten Arbeiten, aus welchen genau hervorgeht, wieviele und welche Zehen, prozentual genommen, der Flexor fibularis, wieviele und welche der Flexor tibialis versorgt. Die Tatsache, daß der Flexor fibularis beim Menschen nie eine Sehne zur fünften Zehe abgibt, steht mit den Befunden, die ich bei den Affen zu verzeichnen habe, in vollständigem Einklang.

Varietäten, die an tiefere Entwicklungsstadien erinnern könnten, hat Testut augenscheinlich nicht beobachtet. Nach Gegenbaur (1899) fehlt zuweilen jede Verbindung, und die Sehnen beider Muskeln verlaufen, wenn auch durch die bezüglichen Sehnenscheiden an ihrer Kreuzungsstelle vereinigt, aneinander vorüber.

Die Ontogenie bietet insofern interessante Anhaltspunkte, als nach Bardeen (1907) die beiden Muskeln getrennt angelegt werden. Nach alledem findet die öfter vertretene Ansicht, der Flexor tibialis sei durch direkte Abspaltung eines medialen Muskelabschnittes des Flexor fibularis entstanden, keine Stütze.

Vielmehr scheint mir sicher, daß Flexor fibularis und Flexor tibialis bei den niedersten Säugern zwei voneinander vollständig unabhängige Muskeln sind. Der Flexor fibularis inseriert dort an den Endphalangen sämtlicher Zehen und ist ein Zehenbeuger, während der bedeutend schwächere Flexor tibialis in der Plantarfascie endet und als Spanner derselben fungiert. Im Laufe der Zeit gewinnt aber der Flexor tibialis Beziehung zu der Sehne des Flexor fibularis, erstarkt immer mehr und mehr und verdrängt den Flexor fibularis derart, daß dieser in der Hauptsache ein Beuger des Hallux (nur nebensächlich der darauffolgenden Zehen) wird, während sich der Flexor tibialis zum eigentlichen Beuger der vier übrigen Zehen macht; seine Teilsehnen (mit Ausnahme der für die fünfte Zehe bestimmten) werden aber fast durchweg durch solche des Flexor fibularis verstärkt.

δ. Der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis.

Bei den *Monotremen* liegt der tiefe Kopf des Flexor digitorum brevis neben dem oberflächlichen, entspringt in der Planta von der Sehne des Flexor fibularis und inseriert an der Sehnenscheide der zweiten und dritten Zehe, ohne irgendwelche Verbindung mit dem oberflächlichen Kopf zu zeigen.

Bei den *Marsupialia* kann er verschieden hoch von der Sehne des Flexor fibularis entspringen, ja sein Ursprung kann sogar vom Muskelteil des Flexor fibularis erfolgen (*Trichosurus vulpecula*). Er kann einerseits ganz schwach entwickelt, anderseits aber auch so kräftig sein, daß er alle vier Zehen versorgt, so daß er allein den Flexor perforatus darstellt. Manchmal vereinigt er sich mit dem oberflächlichen Kopf, in andern Fällen nicht.

Bei den von mir untersuchten *Edentaten* und *Insectivoren* fehlt er.

Bei *Prosimiae* und *Simiae* entspringt er, da eine Verbindung zwischen den Sehnen des Flexor fibularis und des Flexor tibialis besteht, von den Sehnen beider Muskeln, manchmal sogar nur von der des oberflächlicher verlaufenden Flexor tibialis. Bei den *Prosimiae* und *Simiae* habe ich die beiden Köpfe immer miteinander in Verbindung treten sehen.

Wenn man nun nach diesen Ausführungen die oberflächliche und tiefe Partie des Flexor digitorum brevis im Zusammenhang, als einen Muskel betrachtet, so ergibt sich in bezug auf seine Entwicklung folgendes:

Der Flexor digitorum brevis s. perforatus der niederen Säuger besteht aus zwei Köpfen, einem oberflächlichen, der sich vom Plantaris (s. S. 74) ableiten läßt, und einem tiefen, der von der Sehne des Flexor fibularis entspringt. Diese beiden Köpfe stehen in alternierendem Verhältnis zueinander; wenn der eine erstarkt, so wird der andre entsprechend schwächer. In ihre Arbeit teilen sie sich immer so, daß der oberflächliche die medialen, der tiefe die lateralen Zehen zu versorgen pflegt (*Ornithorhynchus* bildet eine Ausnahme, indem hier der oberflächliche Kopf die vierte, der tiefe die zweite und dritte versorgt). Manchmal fehlt der oberflächliche Kopf, dann versorgt der tiefe alle Zehen. (Der Hallux ist selbstverständlich ausgenommen.) Manchmal fehlt der tiefe Kopf, dann repräsentiert der oberflächliche allein den Perforatus. Nur ein tiefer, vom Flexor fibularis entspringender Flexor perforatus findet sich bei einigen *Marsupialia* (s. S. 67). Dagegen fehlt der tiefe Kopf bei den von mir untersuchten *Edentaten* und *Insectivoren*, sowie bei *Homo*.

Bei allen andern von mir untersuchten Säugern setzt sich der Flexor perforatus aus beiden Köpfen zusammen. Die Innervation dieser Köpfe ist ganz inkonstant. Bei den *Monotremen* und den von mir untersuchten *Marsupialia* werden beide Köpfe vom N. plantaris medialis, bei *Myrmecophaga* z. B., wo nur der oberflächliche Kopf erhalten ist, wird dieser vom N. plantaris lateralis und medialis versorgt. Ebenso beteiligen sich bei den *Prosimiae* und *Simiae* meist beide Äste an der Innervation des dort zweiköpfigen Flexor digitorum brevis, manchmal allerdings so, daß der vom Calcaneus entspringende oberflächliche Kopf nur vom N. plantaris medialis, der tiefe, vom Flexor fibularis entspringende, nur vom N. plantaris lateralis versorgt wird (*Hylobates*). —

Nun noch einige Worte über das Zustandekommen der Perforation der Sehnen des Flexor digitorum brevis durch den von Flexor fibularis oder Flexor tibialis + Flexor fibularis repräsentierten Flexor perforans.

Diese merkwürdige Erscheinung, daß eine Sehne, um die ihr zukommende Insertionsstelle zu erreichen, die ihr im Wege liegende

Sehne eines andern Muskels durchbohrt, hat schon mannigfache Deutungen gefunden.

So erklärt sie Bardeleben (1890) folgendermaßen: »Die bisher etwas rätselhafte Durchbohrung der Flexorensehnen läßt sich durch Vergleichung verschiedener Stadien dieses Prozesses verstehen. Die Sehnen eines oberflächlichen Muskels, z. B. des Palmaris oder des Flexor sublimis werden rudimentär, indem sie dünner, flacher werden, ihre distinkte Insertion breitet sich aus, verwischt sich. So kann eine Sehne zu einer Sehnenscheide werden oder sie kann sich in zwei (oder mehr) Sehnenzipfel, -streifen spalten (M. Fürbringer). Im ersten Fall umhüllt sie die tiefere Sehne oder verschmilzt mit ihr, im zweiten läßt sie dieselbe hindurchtreten. Sie wird durchbohrt. Solche Veränderungen gehen, wie Vergleiche durch die Säugetierreihe lehren, bei verschiedenen Muskeln vor sich, sie sind insbesondere am Flexor digitorum superficialis und Flexor profundus nachweisbar.« Leider ist aus Bardelebens Arbeit nicht ersichtlich, auf welche Befunde er seine Ansicht gründet, ebensowenig gibt er an, für welche Muskeln und in welchem Zusammenhange M. Fürbringer von der Umwandlung einer Sehne in eine Sehnenscheide usw. spricht.

Perrin (1897), der seine Resultate auf Untersuchungen von Sauriern und Batrachiern gründet, führt die Perforation auf das verhältnismäßig späte Auftreten des »Flexor digitorum sublimis« (Perforatus) in der Tierreihe zurück. Infolge seiner oberflächlichen Lage »les tendons de ce muscle ne peuvent atteindre les segments qu'ils doivent fléchir qu'en se divisant en deux branches, qui entourent les tendons du muscle sous-jacent. De là un muscle perforant et un muscle perforé«.

Diesen beiden, von Bardeleben und Perrin vertretenen Ansichten, die augenscheinlich nur als Hypothesen aufgefaßt werden wollen, möchte ich folgende Befunde entgegenhalten:

Bei den *Monotremen* (S. 40, 41, 47 und 49) geht die Sehne des Flexor digitorum brevis unmittelbar in die Sehnenscheide für den tiefen Flexor über. Bei Eröffnung der Sehnenscheide zeigt es sich, daß diese an ihrer Innenfläche vollständig glatt ist (s. Fig. 1 Taf. V).

Bei *Dasyurus hallucatus* geht die Sehne ebenfalls, wie bei den *Monotremen*, in die Vagina für die tiefe Sehne über, die Innenfläche der Scheide ist aber nicht glatt, sondern zeigt das S. 57 beschriebene Verhalten (s. auch Fig. 3 Taf. V).

Ähnlich bei *Myrmecophaga jubata* aus der *Edentaten*-Gruppe: Auch hier wird die Sehne des Flexor digitorum brevis in der Gegend des Metatarso-Phalangealgelenkes breiter und geht nach und nach in die Sehnenscheide für die tiefe Flexorsehne über. Auf diese Weise gewinnt man den Eindruck, als bilde die am Metatarso-Phalangealgelenk noch plane Sehne über den Phalangen einen Cylindermantel um die tiefe, der nur ungefähr über der Endphalanx eine ovale Öffnung zeigt (s. Fig. 6 Taf. VI zweite Zehe). Bei Längsspaltung der Vagina (s. Fig. 6 Taf. VI dritte und vierte Zehe, sowie Fig. 7 Taf. VI) und Aufklappen derselben nach beiden Seiten zeigt es sich, daß an der Sehnenscheide zwei Lagen unterschieden werden können, welche proximal miteinander verwachsen sind, distalwärts sich aber mehr und mehr voneinander isolieren lassen. Die innere Lage wird durch zwei Sehnenstränge repräsentiert, welche nach der Tiefe (dorsalwärts) konvergieren, die tiefe Sehne umfassen und sich hinter derselben vereinigen, um zum Teil an der ganzen Länge der zweiten Phalanx zu inserieren, zum Teil in das Mesotenon der tiefen Sehne überzugehen.

Die äußere Lage, die hauptsächlich über der Grundphalanx fest mit der inneren verwachsen ist, bildet rings um die tiefe Sehne und die oben beschriebene innere Scheidenlage einen vollständigen, nur über der ersten Phalanx unterbrochenen Schlauch, welcher direkt mit dem Periost zusammenhängt, aber mit einzelnen Fasern auch auf die Dorsalseite der Zehen übergeht.

Diese Befunde geben den Fingerzeig zu folgender Deutung Ursprünglich inseriert der Flexor digitorum brevis an der Sehnenscheide, die sich der tiefe Muskel durch sein Gleiten aus dem umgebenden Bindegewebe geschaffen hat. Durch den Zug des Flexor digitorum brevis an dieser Sehnenscheide bildet sich ein Teil der Sehnenscheide in der Zugrichtung nach und nach zu strafferem Bindegewebe (mit längsgerichteten Fibrillen), also zu sehnigen Zügen aus, welche je nach Inanspruchnahme des Muskels mehr und mehr erstarken. Der übrigbleibende, dem direkten Zuge nicht ausgesetzte Teil dieser Sehnenscheide bleibt seiner Gewebsstruktur nach unverändert und umhüllt nun beide Sehnen, die tiefe und die oberflächliche.

Bei *Dasyurus hallucatus*, *Myrmecophaga jubata* und *Orycteropus aethiopicus* (bei dem diese Verhältnisse wegen der Größe des Objektes besonders leicht zu studieren sind) treffen wir ein Stadium, bei welchem dieser enge Zusammenhang zwischen Sehnen des Flexor digitorum brevis und der Sehnenscheide noch auf der Hand liegt.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung emanzipiert sich dann wahrscheinlich der Flexor digitorum brevis im Interesse einer größeren Freiheit seiner Beweglichkeit vollständig von der Sehnenscheide, so daß wir dann den, bei den höheren Säugern anzutreffenden Befund ohne weiteres vor uns haben.

Nach alledem bin ich also zu dem direkt entgegengesetzten Resultat wie Bardeleben gelangt. Während Bardeleben in der Perforation eine Degenerationserscheinung sieht, erblicke ich in derselben eine besonders raffinierte Differenzierung in progressivem Sinne.

ε. Der Tibialis posticus

zeigt innerhalb der Säugetierreihe ein so konstantes Verhalten, daß von einer »Entwicklung« des Muskels gar keine Rede sein kann. Testut hat auch dementsprechend nur sehr wenige, recht bedeutungslose Varietäten verzeichnet.

Rosenfeld (1898) hat sich mit der Untersuchung dieses uninteressanten Muskels näher beschäftigt. Die Insertion am Naviculare spricht er als Typus an und unterscheidet Varietäten des Muskels, z. B. eine Spaltung der Sehne, mit Insertion eines Zipfels am Cuneiforme I.

ζ. Die Caro quadrata Sylvii

ist ein Gebilde, für dessen Entwicklung meine Untersuchungen mir keinen Aufschluß gegeben haben. Sie ist bei den *Monotremen* ungefähr in derselben Form vorhanden, wie bei *Homo*; bei den *Marsupialia*, ebenso bei den anthropoiden Affen fehlt sie vollständig. Für Gegenbaurs Ansicht (1899), sie sei als »eine herabgerückte Ursprungsportion eines auch den Flexor fibularis mitbegreifenden Flexor digitorum longus« aufzufassen, habe ich keinen Anhaltspunkt gefunden. Nach Eisler (1895) entspringt der Muskel schon bei den Urodelen rein plantar.

η. Die Lumbricales

sind entweder einfach oder doppelt vorhanden, entspringen aus den von den Sehnen des Flexor fibularis, bzw. Flexor fibularis + Flexor tibialis gebildeten Winkeln und inserieren an den tibialen Seiten der Sehnenscheiden, von wo aus sie sich meist in die Dorsalaponeurose der vier lateralen Zehen fortsetzen, wenn sie einfach vertreten sind. Wenn sie aber verdoppelt sind, dann treten sie von der lateralen und medialen Seite an die Flexorscheide der zweiten, dritten

und vierten Zehe heran. Die fünfte Zehe bekommt nur einen Muskel, der an der tibialen Seite in die Sehnenscheide übergeht. Bei Verdoppelung der Lumbricales besteht bei den von mir untersuchten Exemplaren kein Übergang in die Dorsalaponeurose.

Alle beim Menschen beobachteten Varietäten der Lumbricales lassen sich aus dieser bei den *Marsupialia* vorkommenden Verdoppelung der Lumbricales verstehen, sowohl der Übergang sämtlicher Lumbricales in die Dorsalaponeurose von der medialen Seite der Finger her, sowie die manchmal vorkommende »Spaltung« eines Lumbricalis. Den ersteren Befund hat Korsch (1898) — allerdings an der Hand von *Homo* — in 39%, den zweiten in 35% Fällen beobachtet.

Die Vermutung, es hätte ursprünglich ein Zusammenhang zwischen Caro quadrata Sylvii und den Lumbricales bestanden, legte mir das Verhalten dieser beiden Muskeln bei *Myrmecophaga jubata* nahe (s. Fig. 6 Taf. VI).

Die Caro quadrata Sylvii ist dort ein breiter Muskel, der vom Flexor digitorum brevis bedeckt wird. Er entspringt von dem distalen Drittel der Unterseite des langgestreckten Calcaneus und verläuft schräg medialwärts über die Sehnenplatte des Flexor fibularis hinweg. Der mediale Teil seiner Muskelfasern endet in einer kurzen gedrungenen Sehne, welche mit der für die erste Zehe bestimmten Sehne des Flexor fibularis verschmilzt. Die übrige Muskelmasse inseriert fleischig an den für die zweite und dritte Zehe bestimmten Sehnen des Flexor fibularis.

Von den Lumbricales, die zu viert vorhanden sind, entspringen der erste und zweite von der Plantarseite der von Caro quadrata Sylvii und Flexor fibularis gebildeten Sehne, der zweite mit wenigen Fasern außerdem von der für die zweite Zehe bestimmten Sehne des Flexor fibularis. Der dritte Lumbricalis scheint eine direkte Fortsetzung der Caro quadrata Sylvii zu sein, er entspringt aber mit einigen Fasern auch aus dem Winkel, welchen die dritte und vierte Sehne des Flexor fibularis bilden. Der vierte Lumbricalis entspringt von der Sehnenplatte des Flexor fibularis, dicht vor der Teilung in die vierte und fünfte Sehne.

Die Insertion der vier Lumbricales erfolgt wie gewöhnlich an der tibialen Seite der Sehnenscheide. Die medialen drei fand ich vom N. plantaris medialis, den lateralen vom N. plantaris lateralis versorgt.

Das Auffallende im Verhalten dieser Muskeln ist der Umstand, daß die Caro quadrata Sylvii nicht wie gewöhnlich an der Kante

oder der Platte der Sehne des Flexor fibularis inseriert, sondern daß sie über diese Sehnenplatte hinweg distalwärts verläuft, um zum Teil an der Teilungsstelle der Sehne des Flexor fibularis zu inserieren, zum Teil in die Lumbricales überzugehen, zum Teil eine eigne Sehne zu bilden, die sich mit der ersten Sehne des Flexor fibularis vereinigt.

Nach alledem zeigt also die Caro quadrata bei *Myrmecophaga jubata* unleugbare Beziehungen zu den Lumbricales.

Trotz der sehr naheliegenden Deutung dieses Befundes in dem oben erwähnten Sinne möchte ich aber nichtsdestoweniger mit bestimmten Behauptungen vorsichtig sein, ehe ich nicht noch bei andern Tieren Anhaltspunkte für eine Entwicklung in dieser Richtung gefunden habe.

Schlußwort.

In der vorliegenden Arbeit, die eine Art Gegenstück und Ergänzung zu den beiden Ruge'schen Arbeiten »Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fuße der Säugetiere« (1878 I) und »Entwicklungsvorgänge an der Muskulatur des menschlichen Fußes« (1878 II) bilden soll, hoffe ich etwas zur Aufklärung der Phylogenie der Flexorengruppe beigetragen zu haben.

Ich bin mir dessen wohl bewußt, wie schwer und gewagt es ist, phylogenetische Entwicklungsreihen aufzustellen. Mancher Befund, den ich zum Punctum fixum, zum Ausgangspunkte einer solchen Reihe gemacht habe, ist vielleicht ein sekundär, durch eine Art Degeneration primitiv gewordener, manches andre Glied jener Reihe etwa nur eine der jeweiligen Funktion, der Lebensweise oder andern Momenten angepaßte Umbildung. Trotzdem fühle ich mich zu meinen Schlußfolgerungen berechtigt, weil die sekundäre Vereinfachung im allgemeinen nur ein Rückgehen zu jenen Entwicklungsstufen ist, auf denen der genetische Status quo ante seiner Zeit vorschritt, und weil, sofern durch Lebensverhältnisse eine sekundäre Umbildung zustande kommt, diese Umbildung natürlicherweise jenem Zustand zustrebt, welchen diese Lebensverhältnisse als den einfachsten und daher vollkommensten in der homologen primären Bildung schaffen. Selbstverständlich ist diese letztere Kategorie von Befunden mit ungleich größerer Vorsicht zu verwerten als die erste, und ich habe mich deshalb in allen Fällen, wo ich solche vor mir zu haben glaubte, nur auf Vermutungen oder Alternativen beschränkt.

So hoffe ich, daß meine Deduktionen, von welchen manche auf den ersten Blick vielleicht etwas kühn erscheinen — die Ableitung des Soleus und Plantaris vom lateralen Gastrocnemius, des menschlichen Flexor digitorum brevis vom Plantaris, meine Ausführungen über die Entwicklung des Flexor tibialis, über das Zustandekommen der Sehnenverbindung zwischen Flexor tibialis und Flexor fibularis, über die Entstehung der Perforation von Flexor perforatus durch den Flexor perforans u. a. — sich als zu Recht bestehend erweisen.

Zum Schlusse fühle ich mich veranlaßt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Fürbringer, für die Anregung zu dieser Arbeit, für die Überlassung des reichlichen, zum Teil sehr kostbaren Materials, sowie für das große Interesse und Wohlwollen, daß er meinen Untersuchungen entgegengebracht hat, vielmals und herzlichst zu danken.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1826. Joh. Friedr. Meckel, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae.

1842. Rich. Owen, Monotremata. Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. London 1839—1847. pag. 366—407.

1865. William Turner, On variability in human structure with illustrations from the flexor muscles of the fingers and toes. Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. XXIV.

1866. St. George Miwart, On the Anatomy of Echidna hystrix. Transactions of the Linnean Society of London. Vol. XXV. pag. 379—403.

1867. Franz Eilhardt Schulze, Die Sehnenverbindungen in der Planta des Menschen und der Säugethiere. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. XVII. Heft 1. S. 1—22.

1871. Elliot Coues, On the Myology of the Ornithorhynchus. Proc. of the Essex Instit. Vol. VI. pag. 127—173.

1872. —— On the Osteology and Myology of Didelphys virginiana. Mem. Boston Soc. nat. hist. Vol. II. pag. 41—154.

1874—1900. Bronns Klassen u. Ordnungen d. Tierreichs. Bd. Säugetiere. Leipzig.

1878 I. Georg Ruge, Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fuss der Säugethiere. Morph. Jahrbuch. Bd. IV. S. 592—643.

1878 II. —— Entwicklungsvorgänge in der Muskulatur des menschlichen Fusses. Morph. Jahrbuch. Bd. IV. Suppl. S. 644—659.

1882. D. J. Cunningham, Report on some points in the Anatomy of the Thylacine (Thylacinus cynocephalus), Cuscus (Phalangista maculata) and Phascogale (Phascogale calura) collected during the Voyage of H. M. S. Challenger in the years 1873—1876.

1882. Hans Gadow, Observations in comparative myology-Journal of Anatomy and Physiology (Humphry, Turner). XVI. pag. 493—514.

1882. A. H. Young, The musc. anatomy of the Koala (Phascolarctos cinereus). Journal of Anatomy and Physiology (Humphry, Turner). Vol. XVI. pag. 217—242.

1882—1883. G. E. Dobson, On peculiar structures in the feet of certain species of mammals. Journal of Anatomy and Physiology. London. Vol. XVII. pag. 142—179.

1884. L. Testut, Les anomalies musculaires chez l'homme. Paris.

1885. B. A. Sidebotham, Myology of the Water Opossum (Chironectes variegatus). Proc. Zool. Soc. London. pag. 6—22.

1886/1887. Alex. Maccormick, The myology of the limbs of Dasyurus viverinus. Journal of Anatomy and Physiology. London. Vol. XX. pag. 103—137.

1886/1887. E. Selenka, Das Opossum (Didelphys virginiana). Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 4. Heft. 1. Hälfte. Wiesbaden. S. 101—132.

1889. Charlotte Westling, Anatomische Untersuchungen über Echidna. Bihang till Kongl. Svenska Vetenshaps Akademiens Handlingar. Stockholm. Bd. XV. Afd. 4. No. 3. 71 pag.

1890. Karl Bardeleben, Über die Hand- und Fußmuskeln der Säugetiere. Anatom. Anzeiger. 5. Jahrg. S. 435—444.

1891. Leche, Beitrag zur Anatomie des Myrmecobius fasciatus. Verh. Biol. Ver. Stockholm. Bd. III. S. 120—126.

1894. Ernst Goeppert, Der Musc. obl. sup. oculi der Monotremen. Morph. Jahrbuch. Bd. XXI. S. 68—151.

1894. T. Manners Smith and Beddard, On some points in the Anatomy of Ornithorhynchus. Proc. Zool. Soc. London. pag. 694—715.

1894. F. G. Parsons, On the Morphology of the Tendo Achillis. Journal of Anatomy and Physiology. London. Vol. XXVIII. pag. 414—418.

1895. P. Eisler, Die Flexores digitorum. Verh. Anat. Ges. 9. Vers. in Basel. S. 135—144.

1895. Georg Ruge, Die Hautmuskulatur der Monotremen und ihre Beziehungen zum Marsupial- und Mammarapparat. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. II. S. 75—153.

1896. Herm. Braus, Untersuchungen zur vergleichenden Histologie der Leber der Wirbeltiere. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. II. S. 301—366.

1896. E. Gaupp, Anatomie des Frosches. Anatom. Anzeiger. Jena. Bd. XI. S. 193—222.

1896. F. Hochstetter, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Blutgefäßsystems der Monotremen. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. II. S. 189—243.

1896 I. A. Oppel, Über den Magen der Monotremen, einiger Marsupialia und von Manis javanica. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. II. S. 275—300.

1896 II. —— Über den Darm der Monotremen usw. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. II. S. 403—433.

1896. F. G. Parsons, On the Anatomy of Petrogale xanthopus compared with that of other Kangaroos. Proc. Zool. Soc. London. pag. 159—192.

1897. A. Perrin, Muscle perforé de la main. Son apparation dans la série animal. Compt. Rend. Tome 125. pag. 46—48.

1897. Th. Ziehen, Das Centralnervensystem der Monotremen und Marsupialia. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. III. S. 1—187.
1898. Fr. Kopsch, Die Insertion der Mm. lumbricales an der Hand des Menschen. Internat. Monatshefte für Anat. und Phys. Bd. XV. S. 70—77.
1898. Fritz Römer, Studien über das Integument der Säugetiere. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. III. S. 189—241.
1898. H. Rosenfeld, Zur vergleichenden Anatomie des M. tibialis posticus. Anatomische Hefte. 1. Abteilung. Bd. XI. S. 359—390.
1899. C. Gegenbaur, Lehrb. der Anat. des Menschen. 7. Aufl. Leipzig. Bd. I.
1901. Alezais, Les muscles du membre postérieur du Kangourou (Macropus Benneti). Comptes Rendus Soc. Biol. Paris. Tome 53. pag. 971—972.
1901. Ernst Göppert, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Kehlkopfes und seiner Umgebung, mit besonderer Berücksichtigung der Monotremen. Semons zoolog. Forschungsreisen. Jena. Bd. III. S. 533—634.
1903. Carl M. Fürst, Der Musculus popliteus und seine Sehne. K. fysiogr. Sällsk. Handl. Lund. Bd. XIV. 134 pag.
1904. Albertina Carlsson, Zur Anatomie des Notoryctes typhlops. Zoolog. Jahrbücher. Bd. XX. Abteilung Morphologie. S. 81—122.
1904. Max Weber, Die Säugetiere. Jena.
1904. J. P. Mc. Murrich, The phylogeny of the crural flexors. The American Journal of Anatomy. Baltimore. Vol. IV. pag. 33—76.
1905. Gordon Taylor and Victor Bonney, On the homology and morphology of the Popliteus muscle. Journal of Anatomy and Physiology. London. Vol. XL. pag. 34—50.
1907. Charles R. Bardeen, Development and variation of the nerves and the musculature of the inferior extremety etc. in man. The American Journal of Anatomy. Baltimore. Vol. VI. No. 3. pag. 259—390.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V und VI.

Die reproduzierten Präparate sind durchweg mit Hilfe der Braus-Drüner-schen Lupe hergestellt, welche mir, besonders bei Untersuchung feiner Nervenäste, ausgezeichnete Dienste geleistet hat.

Fig. 6 und 7 sind von Fräulein Else Reiss. die übrigen Zeichnungen von mir angefertigt.

Gemeinsame Bezeichnungen:

a, *b*, *c* = Strang *a*, *b*, *c* (s. Text S. 43 ff.),
br. brevis,
Calc. Calcaneus,
com. communicans,
C.qu.S. Caro quadrata Sylvii,
d. digiti, digitorum,
fib. fibularis,
Fl. Flexor,
Gc. Gastrocnemius,
Kl.Z.M. Kleinzehenmuskel,
l. lateralis,
Lumbr. Lumbricales,
m. medialis,
N. Nervus,
p. posticus,
prof. profundus,
Pl., *pl.* Plantaris, plantaris,
Popl. Popliteus,
Sp. Sporn,
sup. superior,
Tib., *tib.* Tibialis, tibialis,
Vag. Vagina,
* Sesambein bzw. Knorpel.

Tafel V.

Fig. 1. Unterschenkel und Fuß von *Ornithorhynchus anatinus*. 5/4 der nat. Größe. Der mediale Gastrocnemius ist knapp an seinem Ursprunge abgeschnitten und lateralwärts geschlagen, so daß der darunter liegende Popliteus, Flexor tibialis, Flexor fibularis und Tibialis posticus sichtbar werden.

An Zehe I, III, IV und V ist die Sehnenscheide uneröffnet, an Zehe II der Länge nach gespalten und die beiden Teile nach den beiden Seiten geschlagen. Ein Stück der Sehne des Flexor fibularis ist reseziert, damit die vollständig glatte Innenfläche der Vagina gut sichtbar wird.

Fig. 2. Unterschenkel und Fuß von *Didelphys cancrivora*. 2/1 der nat. Größe. Der mediale Gastrocnemius wie in Fig. 1. Der laterale Gastrocnemius ist vom Plantaris isoliert und etwas lateralwärts gezogen.

Aus der Plantarfascie ist die Mittelpartie reseziert, damit der darunter liegende Flexor digitorum brevis sichtbar wird. An Zehe IV ist die Sehnenscheide ganz abpräpariert zwecks Demonstration der vollständig wie bei den höheren Säugern ausgebildeten Perforation.

Fig. 3. Unterschenkel und Fuß von *Dasyurus hallucatus*. 5/4 der nat. Größe. Der mediale Gastrocnemius wie in Fig. 1 und 2. Der Plantaris ist in seiner Verbindung mit dem Calcaneus gelöst und in seinem distalen Teil medialwärts umgeschlagen, so daß man den oberflächlichen Kopf des Flexor digitorum brevis von der Plantarfascie entspringen sieht.

Der N. plantaris lateralis und medialis sind nach Abgabe der Muskeläste für den Flexor digitorum brevis und den Kleinzehenmuskel abgeschnitten.

Die Sehnenscheide von Zehe III (der rudimentäre Hallux als I. Zehe gezählt) ist längs gespalten und nach beiden Seiten aufgeklappt. Ein Stück der Sehne des Flexor fibularis ist reseziert.

Fig. 4 stellt den Flexor digitorum brevis der Fig. 3 sowie die dort verlaufenden Nerven in doppelter Größe dar.

Tafel VI.

Fig. 5. Unterschenkel von *Trichosurus vulpecula*. Größe 1/1. Ein Stück des medialen Gastrocnemius ist reseziert, das erhaltene proximale Stück nach aufwärts geschlagen, die distale Sehne ungefähr in situ erhalten. Lateraler Gastrocnemius und Plantaris sind etwas lateralwärts gezogen. Die Plantarfascie ist abpräpariert, die Sehnen des Flexor digitorum brevis, sowie die Nerven Plantaris lateralis und Plantaris medialis sind abgeschnitten.

Fig. 6. Fuß von *Myrmecophaga jubata*. Größe 1/1. Die Plantarfascie ist abpräpariert, der Flexor digitorum brevis am Metatarsophalangealgelenk abgeschnitten. An der zweiten Zehe sieht man die Sehne des Flexor digitorum brevis in die uneröffnete Sehnenscheide übergehen. An der dritten und vierten Zehe ist die Sehnenscheide eröffnet und nach beiden Seiten aufgeklappt. Ein Stück der Sehne des Flexor fibularis ist reseziert. An der fünften Zehe ist die Sehnenscheide ebenfalls eröffnet, die Sehne des Flexor digitorum brevis ganz herausgelöst.

Fig. 7 stellt eine 2,5 fache Vergrößerung der vierten Zehe aus Fig. 6 dar.

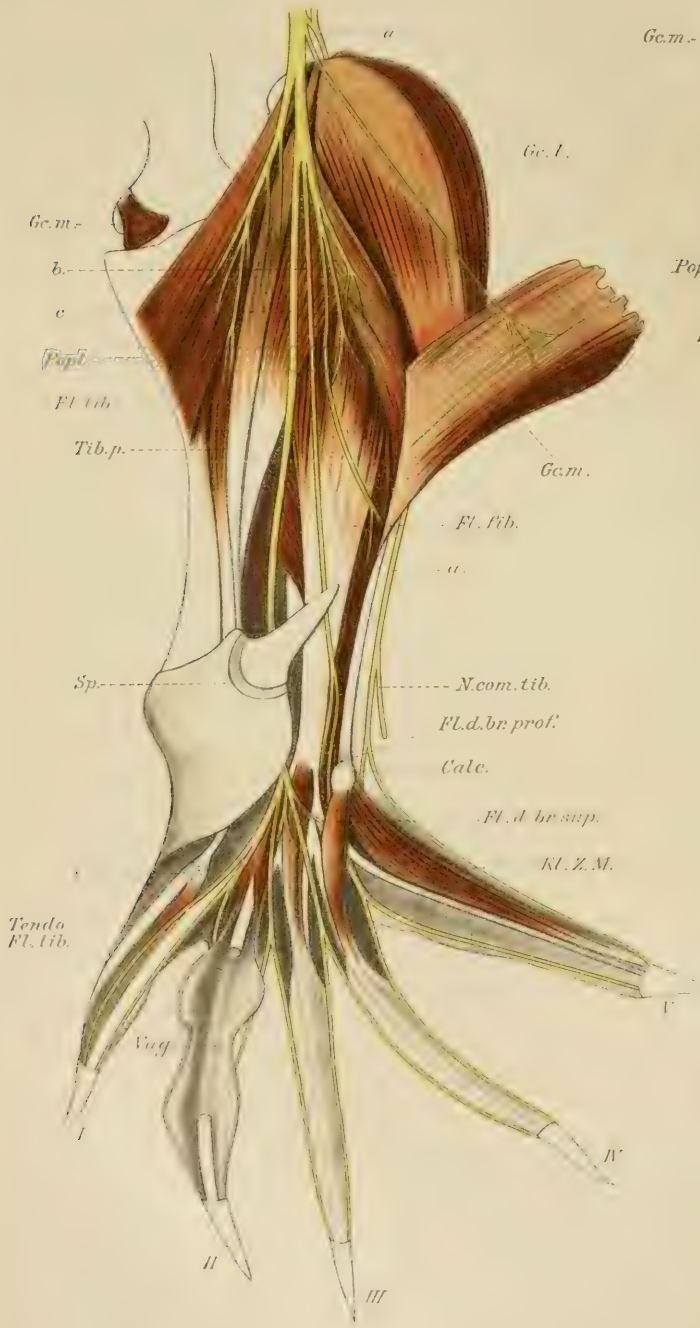

a
Ge.m.
Ge.l.
b.
c
Popl.
Fl.tib.
Tib.p.
Ge.m.
Fl.fib.
a.
Sp.
N.com.tib.
Fl.d.br.prof.
Calc.
Fl.d.br.sup.
Kl.Z.M.
Tendo Fl.tib.
Vag.
I
II
III
IV
V

Fig. 7.

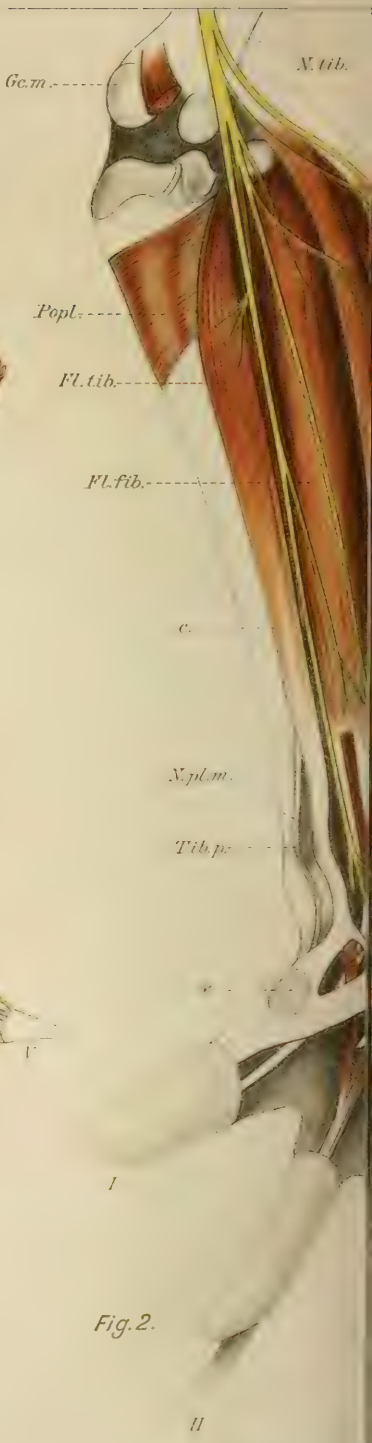

Ge.m.
N.tib.
Popl.
Fl.tib.
Fl.fib.
c.
N.pl.m.
Tib.p.
I
II

Fig. 2.

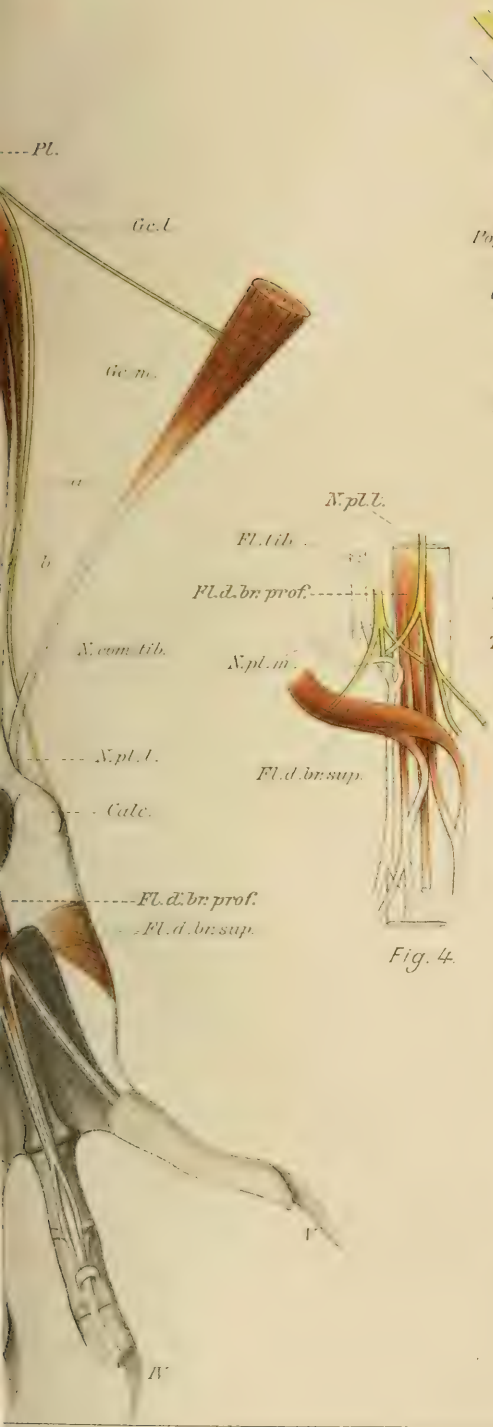


Fig. 4.

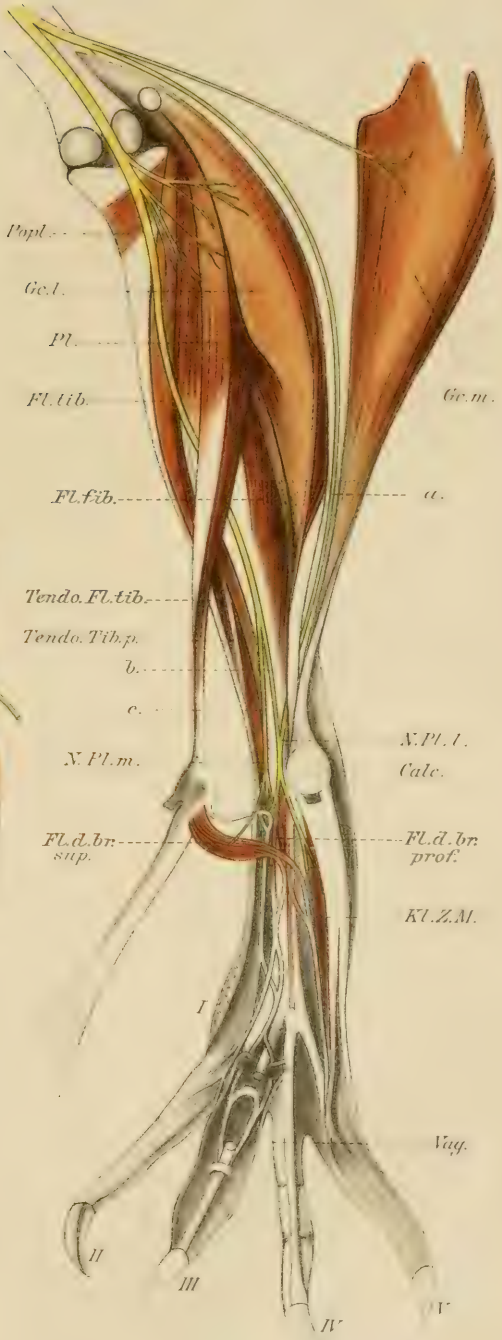


Fig 3.

Lith Anst v E. A Funke Leipzig

nann in Leipzig

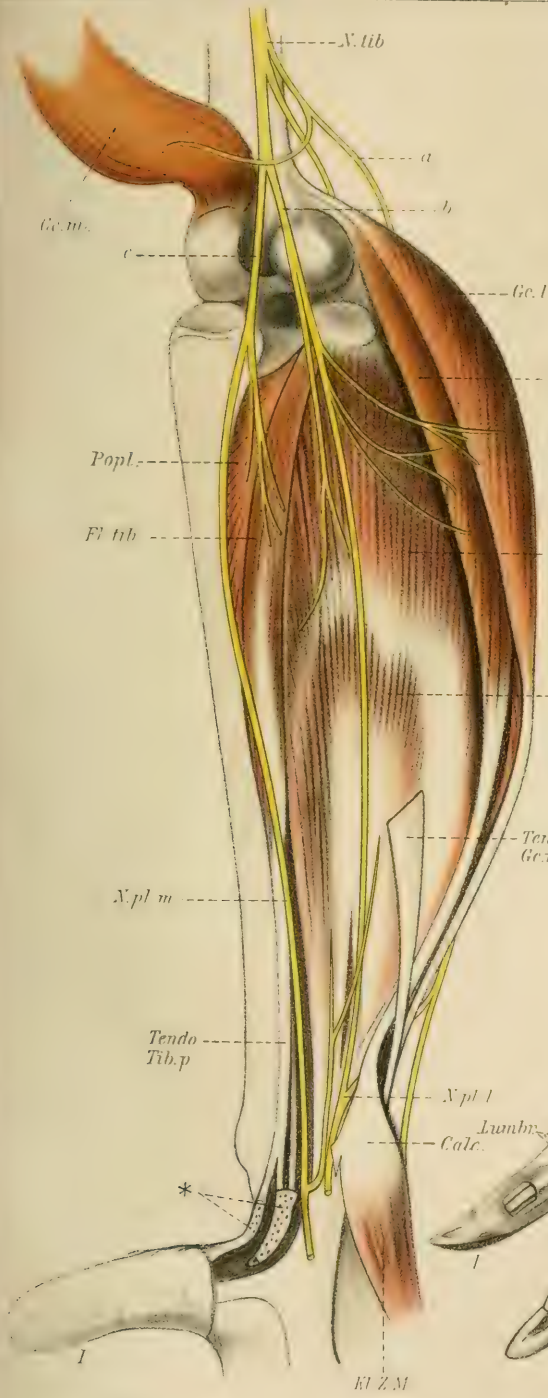


Fig. 5.

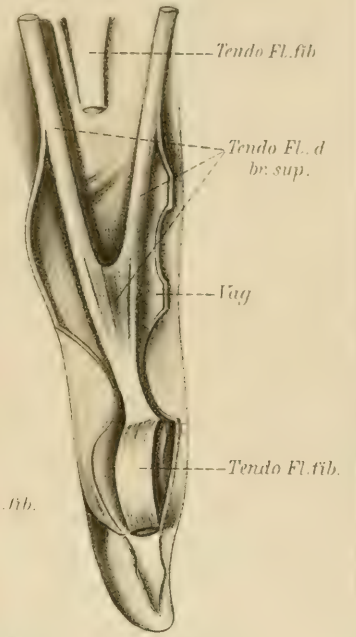


Fig. 7.

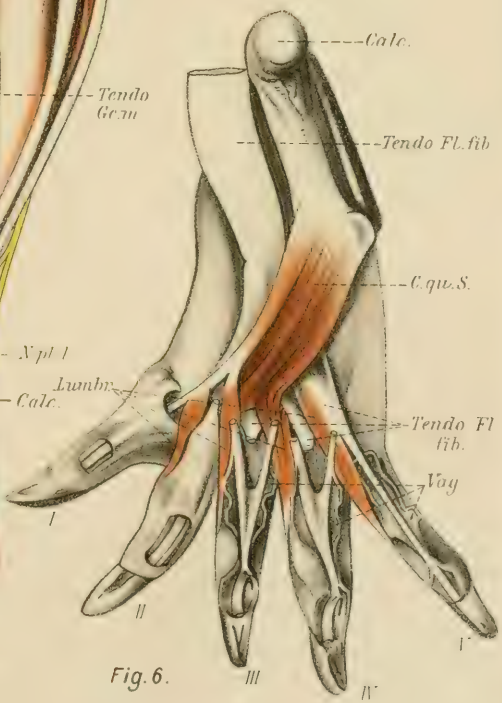


Fig. 6.

Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Morphologische Studien über Mollusken.

Von

Dr. A. Fleischmann,

Professor der Zoologie und vergl. Anatomie in Erlangen.

Seit vielen Jahren habe ich mit besonderer Vorliebe die morphologischen Beziehungen der großen Hauptgruppen der Mollusken verfolgt und die Erklärungsversuche der Asymmetrie bei den Gasteropoden von Bütschli und Lang gläubig hingenommen. Aber als ich vor ein paar Semestern den einleuchtenden Gedankengang der Verschiebung des Pallialkomplexes wieder einmal aus voller Überzeugung vorgetragen hatte, regten sich in mir plötzlich Zweifel an seiner Richtigkeit. Es kam mir nicht mehr wahrscheinlich vor, daß die Natur in einer so einfachen schematischen Weise handle. Die Hypothese der Organverschiebung schien mir mehr das Produkt künstlichen Klügelns als lebendiger Beobachtung zu sein. Durch Reisen nach verschiedenen großen Sammlungen und einen zweimonatlichen Aufenthalt in der Zoologischen Station zu Neapel suchte ich zunächst meine Bedenken zu prüfen. Dadurch erkannte ich die Notwendigkeit, mir eine umfassende Anschauung des anatomischen Baues möglichst zahlreicher Vertreter von allen Gruppen zu verschaffen. Nachdem ich mich lange mit der morphologischen Analyse der Gastropoden geplagt und doch recht wenig erreicht hatte, faßte ich den Plan, die einfacher gebauten Bivalven zuerst genauer zu betrachten, um an ihnen die wichtigen Organisationsgesetze und ganz besonders die Art der Modifikation derselben bei den vom normalen Typus stärker abweichenden Arten zu begreifen. Zugleich schien es mir ein dankbarer Vorwurf, den Beziehungen zwischen der Kalkschale und dem Weichkörper sorgfältig nachzuspüren und dadurch einen sicheren Maßstab zur Beurteilung der Schalenform zu gewinnen. Mein Schüler Richard Schwarz

hat die Arbeiten zur Lösung dieser Aufgabe vor einem Jahre übernommen und unter meiner steten Beihilfe zu einem vorläufigen Abschlusse geführt. Leider ist es uns nicht möglich geworden, gut konservierte Exemplare ausländischer Muscheln zu erhalten. Daher klaffen in unsrer Darstellung noch große Lücken, welche andre ausfüllen mögen, die des Materials leichter habhaft werden können. Immerhin glaube ich einen kleinen Fortschritt zum stilistischen Verständnisse der Muscheln angebahnt zu haben und hoffe von hier aus neue begriffliche Brücken zur Aufhellung der Gastropoden-Organisation schlagen zu können.

Erlangen, 1. Oktober 1907.

I.

Der Stilplan der Bivalven.

Vorstudien zu einem natürlichen Systeme der Muscheln.

Von

Dr. Richard Schwarz

aus Wien.

Mit Tafel VII—IX und 4 Figuren im Text.

Obgleich der Bauplan der meisten Typen unter den wirbellosen Tieren während der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts aufgedeckt worden ist, sind die Bivalven recht wenig nach dieser Richtung untersucht worden. Gegenüber der umfangreichen Literatur, welche der Morphologie und der Entwicklungsgeschichte der Schnecken und Tintenfische gewidmet ist, treten die anatomischen Abhandlungen über die Muscheln unscheinbar zurück. Unsre Kenntnisse sind weit davon entfernt, auf moderner morphologischer Höhe zu stehen, und es wird noch viel Mühe kosten, bis der einigermaßen befriedigende Einblick gewonnen ist. Die Freude an den leeren Kalkgehäusen hat für diese Tiergruppe die Betrachtung des Weichkörpers so sehr in den Hintergrund gedrängt, daß die Frage nach dem anatomischen Stilplan und der Stellung, welche man den verschiedenen Muschelarten geben soll, um ihre ähnlichen Formeigenschaften sicher aufzufinden, in den letzten Jahrzehnten kaum erörtert ward. Aber die Notwendigkeit ihrer Lösung ist in sehr früher Zeit der wissenschaftlichen Entwicklung gefühlt worden. Mit dem Augenblick, als man daran ging, die Muscheln nach systematischen Prinzipien zu beschreiben, war auch das Bedürfnis offenbar, die Schalen in einer bestimmten, durch Übereinkommen geregelten Stellung zu betrachten. Die ersten Versuche fallen schon in die Mitte des 18. Jahrhunderts. (Linné, 1753). Am Anfange

des 19. Jahrhunderts mehrten sich die Bestrebungen um ein endgültiges Resultat; aber nach dem Jahre 1860 hat man sich weniger um die Aufgabe gekümmert, weil eine allgemein befriedigende Lösung gefunden schien. Man hat sich seitdem daran gewöhnt, die Muscheltiere so abzubilden, daß der Klaffrand der Schale nach unten und der Schloßrand nach oben schaut. Doch sind damit nicht alle Schwierigkeiten beseitigt.

Ehe ich auf die mir bekannten Orientierungsversuche näher eingehe, will ich in einer kurzen Betrachtung zu begründen versuchen, warum für die vergleichende Betrachtung eine bestimmte Stellung der Muscheltiere wünschenswert ist.

Wohl kaum eine andre Tiergruppe ist durch einen solchen Reichtum bizarrer Formen ausgezeichnet wie die Muscheln. Das in der gesamten organischen Welt erkennbare Streben der Natur, ihrer schöpferischen Tätigkeit das Gepräge reichster Mannigfaltigkeit zu verleihen, tritt in dieser Gruppe auffallend zutage. Hier begegnen wir Arten, die auf den ersten Blick nur unterscheidende Merkmale aufzuweisen und zueinander im schärfsten Formkontrast zu stehen scheinen. Ich brauche bloß Formen wie *Malleus*, *Crenatula*, *Placuna*, *Solen* zu nennen, und die Notwendigkeit einer Orientierung ist ohne weiteres motiviert. Denn jeder Anatom wird fragen: Wo sind die homologen Punkte des Körpers, welche es ermöglichen, die ähnlichen Merkmale richtig abzulesen, und wie muß man die verschiedenen Arten legen, um die übereinstimmenden Körperregionen rasch und bequem zu erkennen?

Betrachten wir dagegen andre Tiergruppen, so versteht sich die Orientierung ihrer Individuen von selbst und zwar aus verschiedenen Gründen. Fürs erste ist in vielen Klassen, wie bei Reptilien, Vögeln, Säugern, Insekten, die Lage des ruhenden oder des bewegten Körpers durch die Stellung der Gliedmaßen ein für alle Male fixiert. Fürs zweite bietet ihre Beobachtung keinerlei Schwierigkeit. Da sie uns infolge ihrer allgemeinen Verbreitung sozusagen auf Schritt und Tritt begegnen, hat sich schon das ungeübte Auge des Laien daran gewöhnt, die ihnen von der Natur verliehene Stellung als unabänderliches Gesetz anzuerkennen. Dasselbe ist uns so in Fleisch und Blut übergegangen, daß man überhaupt nicht mehr daran denkt, eine besondere Orientierung für sie zu suchen. Niemand wird einen Augenblick im Zweifel sein, wie er Säugetier, Vogel, Reptil zum Zwecke der vergleichenden Betrachtung stellen soll.

Bei den Muscheln liegen die Verhältnisse ganz anders. Da

ihnen eigentliche Extremitäten fehlen, begegnen wir ihren Arten in sehr verschiedenen Stellungen, eine Tatsache, die durch die außerordentlich wechselnden Lebensbedingungen begründet ist. Die einen Arten sind annähernd senkrecht im Sande eingegraben, andre liegen horizontal auf einer Schalenfläche, wieder andre sind in verschiedener Neigung durch einen Byssus befestigt; die freischwimmenden Formen ermangeln überhaupt einer festen Stellung.

Ferner ist die Betrachtung der Muscheln recht schwer; um die lebenden Tiere kennen zu lernen, muß man an die Meeresküste reisen, da die wenigen Süßwasserformen nur einen verschwindenden Teil der gesamten Muschelklasse ausmachen.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß die Muscheltiere von Schalen bedeckt sind, die den eigentlichen Körper, d. h. alle anatomischen Merkmale unsichtbar machen. Man ist deshalb früher im Zweifel gewesen, wo das vordere und hintere Ende, die rechte und linke Seite des Tieres zu suchen seien. Wenn auch diese elementaren topographischen Bestimmungen längst gefunden wurden, so ist doch die richtige Orientierung der Muscheltiere für den morphologischen Vergleich noch nicht dargelegt, insbesondere hat man nicht versucht, die Schalen durch den Weichkörper zu beurteilen.

I. Historische Übersicht der alten Orientierungsversuche.

Bei dem ersten Versuche systematischer Beschreibung empfand Linné 1753 die Notwendigkeit, die damals bekannten Formen in eine gleichartige Stellung zu bringen, um die Schilderung der gemeinsamen Eigenschaften zu vereinfachen. Seine Lösung der Aufgabe war freilich durchaus verkehrt. In Unkenntnis vom Bau des Tieres selbst stellte er die Wirbel der Schale auf eine Horizontalebene so (Textfig. 4), daß der Klaffrand der Schale nach oben, das Ligament nach vorne und die Lunula nach hinten zu liegen kam. Die uns heute ganz absonderlich anmutende Orientierung erklärt sich dadurch, daß er die Lunula der Schale für die Afterstelle des Tieres hielt und sie nach Analogie des menschlichen Körpers abwärts richten zu müssen glaubte. Durch eine falsche Parallele zwischen den Formmerkmalen des Schalenrückens und den äußeren weiblichen Geschlechtsteilen hatte er Vorder- und Hinterseite verwechselt[1]. Linnés Methode war so naturwidrig, daß mit Ausnahme

[1] Karl v. Linné, Systema naturae. XII. Editio. 1767. Tom. I. Pars II. pag. 1070. ... et ut intueatur in Veneris Conchis vividis lectis testarum nativa

von Lamarck, Bruguière und Bosc fast kein Naturforscher ihr beipflichtete.

Einen besseren Vorschlag machte 1825 H. M. Ducrotay de Blainville, weil er sich nicht mehr auf die einseitige Betrachtung der Schale allein beschränkte, sondern das darin lebende Tier in Betracht zog. Er meinte, man solle die Muscheln in jener Stellung (Textfig. 1, 2, 3) beschreiben, die sie einnehmen würden, wenn sie vor dem Beobachter dahinkröchen. Dabei sei es gleichgültig, ob die Art freibeweglich oder durch eine festsitzende Lebensweise ausgezeichnet sei, ob sie sich durch einen Byssus befestige oder mit einer Schalenhälfte auf der Unterlage festwachse.

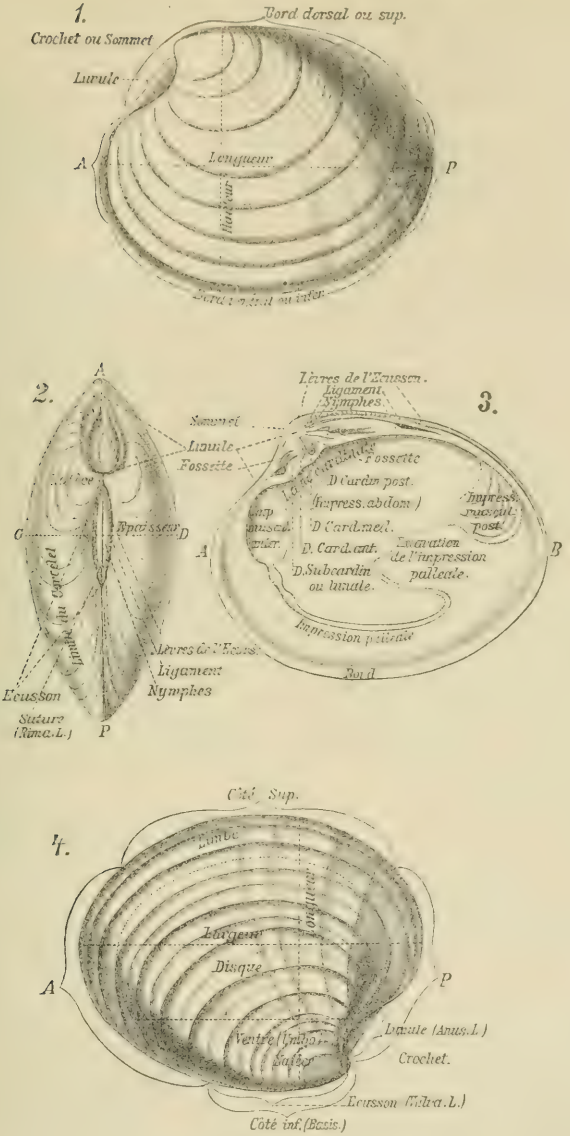
«Il faut savoir dans quelle position on doit placer la coquille pour l'étudier, soit dans ses différentes parties. (1, S. 275.) Nous avons déjà annoncé que, pour prendre un point de départ invariable, nous supposerions la coquille recouvrant l'animal, et celui-ci marchant devant l'observateur, la tête en avant, quoique réellement beaucoup de ces animaux ne changent pas de place, et qu'ils affectent quelquefois une position determinée sur le flanc, ou même la tête en bas. Alors la coquille sera placée sur la tranche d'avant en arrière, de manière que ses sommets soient presque toujours en haut et très-rarement en avant, le ligament entre le sommet et l'observateur: dans cette position, la partie opposée aux sommets sera inférieure, et les deux extrémités du diamètre perpendiculaire à cette direction seront, l'une en avant et l'autre en arrière. Linné, Bruguière, M. de Lamarck, Bosc, supposent la coquille dans une position tout-à-fait et exactement opposée, c'est à dire, reposant sur les sommets, l'ouverture en haut et le ligament en avant.»

Diese Vorstellung gewährt auch den Vorteil, die rechte und linke Körperseite leicht zu bestimmen.

(1, S. 290.) «D'après leur position sur le corps de l'animal les valves se divisent en droite et en gauche. La droite, valvula dextra, est pour moi celle qui occupe la droite de l'animal supposé marchant devant l'observateur, dans quelque position qu'il se fixe

---

paria, determinatam figuram, valvulas illarum sinistras et dextras, aequales l. inaequales, aequilaterales l. inaequilaterales; interius dentatos Cardines inter Nates infimos Umbonum tumentium; inferius Ani impressuram, anterius Vulvae rimam, Labiis Nymphisque conniventem, Hymene obtectam, Pube interdum cinctam; harum Limbus exterior circumscribitur Margine integerrimo, crenulato f. dentato: superiore ante vulvam; posteriore pone anum; exteriore natibus opposito.



Erklärung zur Textfig. 1—4.

Abbildungen von H. M. D. v. Blainville zur Erläuterung der Normalstellung der Muscheln (Kopie der Taf. 3 seines »Manuel de Malacologie et de Conchyliogie«).

Fig. 1 linke Seitenansicht. Fig. 2 Rückenansicht. Fig. 3 Innenansicht der rechten Schale von *Cytherea Chione*. Fig. 4 linke Seitenansicht derselben Muschel in der falschen, von Linné und Lamarck gewählten Stellung.

d'ailleurs; et au contraire, la gauche, valvula sinistra, celle qui est placée à la gauche de l'animal.

Linnaeus en plaçant la coquille sur les sommets, et en arrière la lunule qui devroit être réellement en avant, se trouve, par cette double indication, donner les mêmes noms que moi a chaque valve, au lieu que, s'il s'était contenté de renverser la coquille du bord dorsal au ventral, les dénominations seroient en sens inverse des miennes.

J'avoue ne pas trop entendre ce qui dit Bruguière à ce sujet, que, dans la position où Linnaeus met la coquille, la valve droite correspond au côté gauche de l'observateur et au contraire la gauche au côté droit; car cela n'est certainement, à moins qu'il n'ait fait la juste observation, que la lunule doit être placée en avant, et le ligament en arrière; et alors il aura parfaitement raison.«

Der Vorschlag Blainvilles ist unzweifelhaft durch das Studium der Gasteropoden veranlaßt; das Muscheltier wird in der Stellung gedacht, die es einnehmen würde, wenn es gleich den Schnecken auf einer horizontalen Unterlage kriechen und seine Schale auf dem Rücken tragen würde. Blainville verfolgte damit eine sehr gute Absicht und bahnte einen mächtigen Fortschritt an; denn er versuchte durch den einleuchtenden Gedanken zuerst Vergleichspunkte zwischen Bivalven und Gasteropoden aufzudecken. Den morphologischen Wert der paarigen Schalenklappen beurteilte er in folgender Weise:

»Chaque valve, régulière ou irrégulière, peut-être réellement et avec juste raison, comparée à une coquille univalve, recouvrante, qui seroit en général fort plate ou peu concave, mais qui, au lieu d'être placée sur le dos de l'animal, le seroit sur les côtés: on doit donc y trouver un sommet et une base, une face externe et convexe, et une interne concave.«

Deshayes hat sich ebenfalls mit dem Probleme beschäftigt, aber über seine Orientierung nicht direkt ausgesprochen. Er folgt keineswegs dem Beispiel Linnés und es hat den Anschein, als ob er auch von Blainville abweichen will; denn er stellt in seinem Atlas zu Cuviers »Règne animal« die Abbildungen der Muschelschalen so, daß Buckel und Schalenband nach der linken Tafelseite, der Klaffrand nach der entgegengesetzten Kante schaut. Der ganze Unterschied gegenüber der Blainvilleschen Orientierung liegt jedoch nur darin, daß dort der Schloßrand der Schale dem oberen, bei Deshayes dem seitlichen Tafelrand parallel gerichtet ist. Ich glaube daher,

daß es Deshayes lediglich darum zu tun war, eine Variante der Blainvilleschen Orientierung zu geben, damit man nicht sagen könnte, er sei direkt dem Beispiele seines berühmten Kollegen gefolgt.

Alcide Orbigny hat an den eben besprochenen Vorschlägen Anstoß genommen, weil sie die natürliche Stellung des lebenden Tieres zu wenig berücksichtigen. Er sagt (9, S. 212):

»Il faut à mon avis, en toutes circonstances donner aux êtres dans les figures, qui les représentent, une position analogue à celle, qu'ils ont l'habitude de prendre dans les diverses phases de leur existence.« Das ist unzweifelhaft eine sehr richtige Forderung, aber sie ist nicht für alle Zwecke bindend. Der Biologe wird ihr unbedingt beistimmen, während der vergleichende Anatom sie direkt verwerfen muß. Orbigny hat sich um diesen kritischen Einwand nicht gekümmert, überhaupt mehr geologische Interessen als anatomische Gesichtspunkte zu wahren gesucht. Er sah nicht ein, weshalb man die allgemein gültige Regel, daß die natürliche Stellung eines Tieres auch in den Abbildungen desselben beizubehalten sei, nicht mit gleichem Rechte auf die Muscheln übertragen sollte, und verspottet die Versuche seiner Vorgänger durch den Hinweis auf das Unsinnige des Beginnens, ein Säugetier, einen Vogel, ein Reptil anders abzubilden, als es seiner natürlichen Stellung entspricht. Man müsse berücksichtigen, daß die verschiedenen Lebensbedingungen verschiedene natürliche Stellungen der Muscheln im Gefolge hätten, die er mit folgenden Leitsätzen bezeichnet:

Wenn die Schalen wirklich oder fast symmetrisch sind, so sind die Tiere entweder annähernd senkrecht im Sande eingegraben, oder sie sind durch einen Byssus befestigt; daher müsse man sie in der Vertikalstellung betrachten.

Die Arten mit asymmetrischen Schalen verhalten sich zu den symmetrischen Formen, wie die Pleuronecten zu den übrigen Fischen. Sie liegen auf einer Körperseite und sind durch Byssusfäden oder die Kalkmasse der Schale selbst auf der Unterlage fest geankert. Daher könne man nicht von einer rechten und linken, sondern nur von einer oberen und unteren Klappe sprechen. Für alle Muscheln mit symmetrischen oder wenig asymmetrischen Schalen ist also die Vertikalstellung (die Siphonen nach oben, der Mund nach unten schauend) gesetzmäßig, dagegen die Horizontalstellung (der Mund auf der einen, der After auf der andern Seite) für alle asymmetrischen Arten.

Die Berücksichtigung der natürlichen Normalstellung soll nach seiner Ansicht dem Geologen zuverlässige Hilfsmittel an die Hand geben, um zu erkennen, ob die fossilen Muscheln in ihrer natürlichen Stellung gefunden werden, ob sie gerollt oder einfach »deplacés« sind, kurz um die Lagerung der Schichten zu bestimmen in dem Augenblick, als die Tiere von neuen Niederschlägen bedeckt wurden.

So einleuchtend die Idee Orbignys anfangs erscheinen mag, sie muß doch schroff verworfen werden, weil sie nach keiner Richtung hin systematische Vorteile gewährt. Wollte man seinen Gesichtspunkt streng durchführen, so würden die beiden von ihm vorgeschlagenen Gruppenbegriffe gar nicht ausreichen. Denn eine große Zahl symmetrischer oder fast symmetrischer Formen sind oft senkrecht, oft schräg im Sande eingegraben, wechseln überhaupt ihre Lage. Man bräuchte also fast für jede Art eine eigene Orientierung, die ihrer spezifischen biologischen Gewohnheit entspricht. Auch ist es schwer, eine liegende Muschel richtig zu zeichnen, weil die perspektivische Verkürzung das Bild unklar machen würde. Man müßte wenigstens zwei Figuren für jede Art, eine Ansicht des liegenden Tieres und eine Ansicht der Schalenfläche fordern. Bei schwimmenden Formen, wie bei *Pecten* und *Lima* versagt sein Prinzip vollständig.

Die Vorteile, die sich Orbigny und später Pictet von seiner Methode für den Geologen und Paläontologen versprach, schlägt er entschieden zu hoch an. Will man nämlich aus der Lage einer fossilen Muschel im Gestein auf eine stattgefundene Schichtenumlagerung schließen, so muß man doch vor allem wissen, ob alles so gemütlich abgelaufen ist, daß die Muschel im Augenblicke ihrer Bedeckung durch schlammige Niederschläge am Leben war und ihre natürliche Stellung ruhig beibehalten konnte.

Vaillant glaubte 1865 eine bessere Lösung in dem Gedanken gefunden zu haben, daß die Richtung des zuführenden Wasserstromes die normale Achse des Tieres angebe; sie ist zugleich in der Richtung der Siphonen ausgedrückt. Man kann nun die Muscheln nach dem Beispiel von Deshayes so stellen, daß der Wasserstrom von unten nach oben aufsteigt; die letzte Spur des Kopfes, die durch den Mund kenntlich ist, würde nach oben schauen, also die Muschel orientiert sein nach dem Prinzip, wie man auch andre Tiere anzusehen gewohnt ist. Für beschreibende Zwecke zieht er dagegen die Methode von Blainville vor; wenn man auch zugeben müsse, daß

sie nicht der wahre Ausdruck der normalen Stellung der Muscheln ist, so gewähre sie doch den Vorteil, daß sie die Muscheln in einer Stellung betrachtet, welche den Vergleich mit den Nachbargruppen erleichtert. Für anatomische Figuren wähle man aber besser die andre Stellung, welche der physiologischen Achse des zuführenden Wasserstromes entspricht.

Nach dem Jahre 1865 verstummt die Diskussion über die zweckmäßigste Orientierung der Muscheln. Lacaze-Duthiers schloß sich, ohne viele Worte zu machen, der Blainvilleschen Methode an, und seitdem gilt die Senkrechtstellung der Medianebene des Tieres als selbstverständliche Regel. Lacaze-Duthiers spricht sich in folgender Weise aus (5, S. 168): »Pour poser l'animal, on place en haut la charnière de la coquille, en bas le bord libre, et en avant l'extrémité qui correspond à la bouche. Dans cette position, le Mollusque a un côté droit, un côté gauche etc. Il est important de se rappeler, que c'est à cette position que seront rapportées toutes les directions.«

II. Kritische Erwägungen.

Die historische Rückschau lieferte uns deutliche Beispiele dafür, daß eine bestimmte Frage im Denken verschiedener Menschen eine recht verschiedene Gestalt annehmen und scharf kontrastierende Lösungen finden kann. Eigentlich muß man sich darüber wundern, daß es so lange dauerte, bis die rationelle Methode für den morphologischen Vergleich gefunden wurde; der Grund ist jedoch heute leicht einzusehen. Den meisten eben geschilderten Vorschlägen (abgesehen von Linné und Deshayes) ist die rein physiologische Auffassung gemeinsam, welche die Tätigkeit des Tieres betont. Blainville denkt sich alle Arten in kriechender Bewegung. Orbigny will lieber bei der Ruhestellung verweilen, Vaillant betont zwar nicht die aktive Bewegung des Tieres, sondern die von diesem erzeugte Strömung des umgebenden Wassers, d. h. den in die Mantelhöhle eintretenden Wasserstrom, und glaubt, so die wahre physiologische Achse des Tieres zu bestimmen.

Einen bleibenden Wert konnten alle diese Versuche nicht gewinnen; denn ihnen ist der Mangel der Einseitigkeit offensichtlich aufgeprägt. Sie übertreiben die Bedeutung einer an und für sich beachtenswerten Lebenserscheinung, um daraus ein taxonomisches Merkmal zu machen, das den von den Autoren gewünschten universellen Zwecken nimmermehr dienen kann. Dem modernen Zoologen

muß der einseitig physiologische Standpunkt durchaus verfehlt erscheinen.

Die Lösung des Problems wurde trotzdem von Blainville angebahnt. Man braucht bloß den Nachdruck nicht auf die Ortsbewegung des Tieres, sondern auf die senkrechte Stellung der kriechend gedachten Muschel zu legen. Dadurch lernte man mit Lacaze-Duthiers die Medianebene des Körpers zum Maßstab nehmen und als die drei Bestimmungspunkte derselben Schloßrand, Mund und After wählen. Auf die Mediane lassen sich sämtliche Organe der bilateral symmetrisch gebauten Muscheln ohne weiteres beziehen und genau nach Form und Lage bestimmen; es ist dabei ganz gleichgültig, welche Stellung die lebenden Tiere einnehmen, ob sie sich senkrecht oder schräg im Sande eingraben, ob sie horizontal oder unter einem beliebigen Winkel gegen die Horizontale auf einer Körperseite liegen.

Durch diesen einfachen Vorschlag wurde die anatomische Betrachtung unabhängig von der Zufälligkeit der Lebensgewohnheiten und vermochte die Eigenart vieler Tausende von Species unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu fassen. Aber die allgemeine Orientierung der Muscheln nach der Medianebene kann nur als erste Vorbedingung für die erschöpfende morphologische Analyse betrachtet werden. Man muß einen Schritt weitergehen und durch genauen Vergleich der verschiedenen Gattungen die Art und Weise festzustellen suchen, wie die einzelnen Organe, wie die allgemeine Körperform modifiziert ist, so daß es möglich wird, auch die bizarr gestalteten Muschelarten unter den Begriff des gemeinsamen Grundtypus zu bringen.

Wer die Literatur über die Bivalven mustert, wird zugeben, daß in dieser Richtung sehr wenig geleistet worden ist. Immer noch überwiegt die Einzelbeschreibung und die Unterscheidung der Gattungen und Arten, aber die anatomischen Tatsachen sind abgesehen von einigen neueren Forschern (Grobben, Stempell) recht stiefmütterlich behandelt.

Schon der Anblick der leeren Schalen deutet darauf hin, daß verschiedene Körperzonen in verschiedener Weise entwickelt sind. Man braucht nur *Mytilus* und *Cytherea* nebeneinander zu legen, um zur Vermutung zu gelangen, daß das Areal der *Mytilus*-Schale um bestimmte Bezirke kleiner ist als dasjenige der *Cytherea*. Daher darf man nicht ohne weiteres den Schalenrand sämtlicher Muscheln für homolog halten.

Das Beispiel beleuchtet klar meine Absicht, und man wird begreifen, daß zur Lösung der neuen Frage die Orientierung in der Medianebene unmöglich ausreichen konnte. Nachdem alle Muscheln gleichsinnig in der Medianebene orientiert waren, mußte ich mich fragen, in welche Neigung ich die einzelnen Arten bringen sollte, um sie am geeignetsten zu vergleichen, d. h. ihre ähnlichen und unterscheidenden Merkmale bequem abzulesen.

Der bisherigen Gewohnheit folgend ließe sich versuchen, durch das Studium der Kalkschalen allein gemeinsame Merkmale zu gewinnen. Man könnte z. B. die beiden Buckel, das Schloß und das Schalenligament als feste Punkte, den Schalenumriß dagegen als das leichter veränderliche Element ansehen. So würden sich ungefähr folgende Formengruppen bilden lassen: Die Schale von *Cytherea Chione* könnte wegen ihres einfachen Umrisses als Ausgangspunkt (Taf. VII Fig. 1) dienen. Daran würde sich die Schale von *Arca* (Taf. VII Fig. 2) reihen, deren Oralrand wenig abgestutzt ist, während der Analrand stärker ausgezogen ist. *Arca* würde das Verständnis der dreieckigen Schalen von *Mytilus* und *Pinna* (Taf. VII Fig. 3, 4) vermitteln, wenn man sich vorstellt, daß die orale Zone der *Arca*-Schale noch stärker in schräger Richtung beschnitten sei.

Eine andre Formenreihe ließe sich von *Cytherea* zu *Cardium* und *Cardium cardissa* (Taf. VII Fig. 5, 6) bilden durch den Gedanken, daß der sagittale Abstand des oralen und analen Schalenrandes abnimmt, die dorso-ventrale Höhe und die transversale Wölbung dagegen wächst.

In andrer Weise sind die Schalen von *Tridacna* und *Hippopus* (Taf. VII Fig. 8, 9) modifiziert; hier scheint der dorsale Oralrand vor dem Buckel länger ausgezogen und etwas eingedrückt. Endlich zeigt *Pecten* (Taf. VII Fig. 7), daß sich die Schalenfläche in einem symmetrischen Bogen um den Buckel entfalten kann, während die beiden Schalenhälften asymmetrisch gewölbt werden.

So einleuchtend eine derartige Anreihung anfangs erscheinen mag, schärfere Kritik wird rasch ihre Unhaltbarkeit erweisen, weil sie nur auf die äußerlichen und oberflächlichen Merkmale Bezug nimmt und die eigentliche Organisation des Tieres gar nicht berücksichtigt. Der gleiche Vorwurf ist gegen jene Anordnung zu erheben, welche nach der Beschaffenheit des Schlosses die Gruppen der Heterodonten, Desmodonten usw. definiert.

Nachdem ich erkannt hatte, daß an den Schalen zu wenig Anhaltspunkte für die objektive Orientierung der Muscheltiere zu finden

seien, wandte ich meine Aufmerksamkeit dem genauen Studium der inneren Organisation einer großen Zahl von Arten zu. Da die äußere Form des Weichkörpers noch sehr wenig behandelt worden ist, suchte ich mir eine lebendige Anschauung desselben zu verschaffen, indem ich großen gut konservierten Muscheln, die von der zoologischen Station in Neapel und der biologischen Anstalt in Helgoland bezogen waren, die linke Schale mittels Salpetersäure zerstörte und den linken Mantellappen so weit wegschnitt, daß ich einen Einblick in den Mantelraum und die dort liegenden Organe gewann (vgl. Taf. VII Fig. 10—17 und Taf. VIII Fig. 18—29). Zum bequemen Vergleich sind alle Abbildungen meiner Präparate im gleichen Sinne dargestellt. Man blickt stets auf die linke Seite des untersuchten Tieres. Selbstverständlich bemühte ich mich auch, eine deutliche Vorstellung von der Anordnung der im Weichkörper geborgenen Organe zu erwerben. An Stelle der früher üblichen Sectionen habe ich in ausgedehntem Maße die Schnittmethode verwendet, und zwar habe ich, soweit es möglich war, recht kleine Individuen hauptsächlich auf Längsschnitte, zum Teil auf Querschnitte verarbeitet. Solche Schnittserien ermöglichen es, mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand an Mühe und Zeit ein genaues Bild des inneren Körperbaues, insbesondere der topographischen Beziehungen zwischen den Organen zu gewinnen, so daß man auf die spärlichen älteren anatomischen Abbildungen leicht verzichten kann.

Ich füge hier ein alphabetisch geordnetes Verzeichnis meiner Schnittserien bei:

Anodonta cellensis	1 S.	*Lithodomus dactylus*	1 S.
Anomia ephippium	6 S.	*Lucina lactea*	1 S.
Arca lactea	3 S.	*Lyonsia norvegica*	1 S.
Arca Noae	1 S.	*Mactra stultorum*	1 S.
Astarte fusca	3 S.	*Mactra subtruncata*	1 S.
Avicula hirundo	2 S.	*Modiola barbata*	1 S.
Cardium oblongum	3 S.	*Mytilus edulis*	3 S.
Cardium papillosum	1 S.	*Ostrea edulis*	3 S.
Chama spec.	1 S.	*Ostrea plicata*	1 S.
Corbula gibba	3 S.	*Pandora inaequivalvis*	1 S.
Cyclas spec.	2 S.	*Pecten jacobaeus*	1 S.
Cyprina islandica	1 S.	*Pecten opercularis*	7 S.
Cytherea rudis	2 S.	*Pinna nobilis*	1 S.
Donax semistriatus	2 S.	*Pholas dactylus*	1 S.
Galeomma Turtonii	1 S.	*Saxicava rugosa*	1 S.
Gastrochaena dubia	1 S.	*Scrobicularia alba*	2 S.
Leda commutata	1 S.	*Solen legumen*	1 S.
Lima inflata	6 S.	*Tapes decussatus*	2 S.

Tellina nitida	1 S.	*Venus ovata*	2 S.
Tellina pulchella	1 S.	*Venus verrucosa*	1 S.
Thracia papyracea	1 S.	*Unio batavus*	2 S.

Über die angewandte Technik ist wenig zu sagen. Ich entkalkte die Muscheln in schwacher Salpetersäure, wusch mit Wasser aus, entfernte das Wasser durch steigende Alkoholreihe, bettete in Paraffin ein. Die Serien wurden auf dem Objektträger mit Hämalaun und Kongorot nach ZANDER gefärbt und in Balsam montiert.

III. Allgemeine Schilderung des Weichkörpers.

Die Beschäftigung mit den leeren Kalkgehäusen der Muscheln hat uns allen den Gedanken vertraut gemacht, daß ihre Schalen ein Paar symmetrischer Klappen seien, die durch das Schloßband zusammengehalten und durch die Schloßzähne gelenkig miteinander verbunden werden. Diese Vorstellung hat auch die Beschreibung des Weichkörpers beeinflußt, indem meistens die Anschauung vertreten wird, daß innerhalb der beiden Schalen die paarigen Mantellappen und zwei Paare von Kiemen symmetrisch vom Eingeweidesacke in den Schalenraum herabhängen.

In andrer Fassung ward derselbe Gedanke durch den Vergleich des Muschelbaues mit einem Buche ausgedrückt, welcher, soviel mir bekannt ist, von BRONN[1] zum erstenmal gebraucht und seitdem vielfach wiederholt worden ist. »Ein allgemeines Bild von einem Blätterkiemener kann man sich entwerfen, indem man sich ein in eine Decke gebundenes Buch vorstellt: mit dem Rücken nach oben und mit dem Kopfende nach vorn gewendet. Denn die zwei Decken entsprechen rechts und links den zwei Klappen der kalkigen Muschel, die zwei nächstfolgenden Blätter von beiden Seiten dem Mantelblatte des Tieres, das dritte und vierte Blatt jederseits den zwei Paar Kiemenblättern desselben und der noch übrige innere Teil des Buches dem Körper des Tieres. Doch nehmen diese Blätter vom äußersten an auf jeder Seite bis zum Körper an Umfang ab, so die zwei gewölbten Schalenblätter als die größten alle übrigen, wie der Mantel die Kiemenblätter, ringsum einschließen. Alle diese Teile sind längs dem oberen Rande wie die Blätter eines gebundenen Buches miteinander verwachsen.«

Der Vergleich erscheint treffend und gut beim ersten Anhören und vorausgesetzt, daß man im Binnenlande lebt. Aber sobald man

[1] BRONN, Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. III. 1. Abth. S. 327. 1862.

die Anatomie einer größeren Anzahl von Meeresmuscheln genauer untersucht, sieht man ein, daß er eigentlich bloß für unsre einheimischen Najaden des Süßwassers, dagegen schlecht auf die im Meere lebenden Arten paßt. Es geht daher nicht an, ihn als schematisches Bild für die Beschreibung der Muschelorganisation zu verwenden, und es kann gar nichts schaden, vielmehr eine Ergänzung bedeuten, wenn ich im Gegensatze zu der konventionellen Vorstellung einmal den umgekehrten Weg einschlage und dem Gedanken des kulissenartigen Muschelbaues die Idee des einheitlichen Körpers entgegenstelle.

Ich will damit nicht leugnen, daß die zweiklappige Schale die Form des Weichkörpers in gewissem Sinne widerspiegle, — ist sie doch ein Absonderungsprodukt der Haut des Muscheltiers und liegt derselben innig an. Man kann daher aus der Schalenform mit gutem Rechte auf die äußere Gestalt des Weichkörpers zurückschließen. Ich meine nur, es sei nicht unbedingt notwendig, den zweiklappigen Charakter an den andern Körperteilen ebenso stark hervorzuheben. Der Ausdruck »Lamellibranchiata« (Blainville, 1816) wird ebensowenig den Eigenschaften der ganzen Klasse gerecht. Je mehr Formen man kennen lernt, um so weniger erscheint er zutreffend. Das von Pelseneer aufgestellte System ist ohnehin die schlagendste Widerlegung dieses Namens.

Ich habe mich deshalb bemüht, eine bessere Formvorstellung meiner Beschreibung zugrundezulegen und gehe jetzt dazu über, die wesentlichen Gesichtspunkte derselben zu erläutern.

Sobald man das Gehäuse einer Muschel entfernt und das nackte Tier ohne Erinnerung an die Schale betrachtet, wird man den Gedanken nicht von der Hand weisen können, daß der Weichkörper ein einheitliches Gebilde ist, das nur in sehr untergeordnetem Grade an ein Buch und dessen Kiemen nicht regelmäßig an Lamellen gemahnen. Obgleich man das bei den meisten Arten feststellen kann, sind doch etliche Beispiele greifbarer als andre. Darum ist es durchaus keine nebensächliche Frage, welche Art am besten als Ausgangspunkt für die Betrachtung gewählt wird.

Nach langen Erwägungen, die ich hier überschlage, habe ich mich dafür entschieden, stark gewölbte Formen, wie z. B. *Cardium*, in den Vordergrund der Untersuchung zu stellen. Ich hebe zunächst etliche, freilich allbekannte Eigenschaften der Herzmuschel (Taf. VII Fig. 5, 12) hervor, nämlich ihre kurze sagittale Längenausdehnung, die ungefähr der dorsoventralen Höhe gleichkommt, die stark kon-

vexe Lateralwölbung der Kalkklappen, die kräftige Entwicklung der Buckel und des Schlosses, sowie die deutliche Ausbildung der Lunula. Wenn man mit Hilfe schwacher Salpetersäure die Kalkschale entfernt, so spiegelt der nackte Körper die Schalenform wieder; er erscheint als der weiche, aus der Kalkkapsel befreite Kern von ungefähr linsenförmiger oder bikonvexer Gestalt, und trägt, was ich als das Wesentliche betone, durchaus nicht so sehr den Charakter der Zweiteilung, als man bei der Betrachtung des unverletzt in den Schalen liegenden Tieres erwarten möchte.

Für unsre Gedankenentwicklung empfiehlt es sich, zwei Zonen des Weichkörpers zu unterscheiden: eine solide dorsale Hälfte und ein hohles Ventralstück. Die erstere kann ich ruhig Körpermassiv nennen, da sie sich durch starke Breitenentwicklung auszeichnet und die geräumigen Abschnitte der Eingeweide, nämlich Leber, Magen, Herzbeutel, Herz, Nieren, Gonaden in sich faßt. Das Körpermassiv sendet medioventral einen bei *Cardium* (Taf. VII Fig. 12) cylindrischen, unten fingerförmig abgeknickten Fortsatz, den Fuß aus. Von seinem Seitenrande dagegen wölbt sich ein sackartiger Körperabschnitt nach unten, gleich einer kahnförmigen Glocke, und umspannt mit auffallend dünner Wand die vom Fuß zum Teil ausgefüllte Mantelhöhle, die in der ventralen Medianen durch den Mantelschlitz einen Ausgang nach außen besitzt. Die Mantelhöhle hat wichtige Bedeutung für das Leben der Muscheltiere; daher ist sie meist geräumig entfaltet und die dünne Mantelglocke mehr oder weniger stark aufgebläht.

Der Nacktkörper der Muscheln zerfällt also in zwei Hauptzonen, in das dorsale solide Körpermassiv und die ventrale hohle Mantelglocke. Als Grenze des Körpermassivs sehe ich die Verbindungslinie zwischen dem ventralen Rand der beiden Schließmuskeln (m_1, m_2) an. Die unter dieser Grenzebene liegende Mantelglocke soll das Scaphium heißen. Die darin eingeschlossene Mantelhöhle wird für die Organentfaltung des Tieres ausgenützt, indem Fortsätze des Dorsomassivs, nämlich Fuß, Kiemen und Mundlappen in die Höhle hereinragen. Der Fuß bzw. die Muskelhaube des Fußes füllt oft einen größeren Teil des Scaphiums aus, den man Pedalkammer nennen kann. Der hinter dem Fuße liegende Abschnitt des Scaphiums soll als Siphonalraum bezeichnet werden. Das gegenseitige Größenverhältnis der beiden Scaphialabschnitte ist großen Schwankungen unterworfen: Es hängt von der Entwicklung des Fußes ab; je größer der Fuß, desto kleiner wird

der vor und hinter ihm freibleibende Scaphialraum sein und umgekehrt.

Ebensowenig als das Dorsomassiv auf die oben gezogene begriffliche Grenze der Muskellinie beschränkt ist, bleibt die Mantelhöhle des Scaphiums rein unterhalb dem Massive entwickelt, sondern sie schickt paarige Seitenbuchten, die Mantelnischen, zu beiden Seiten des Dorsomassivs mehr oder weniger weit dorsal gegen die Schloßgegend in Gestalt flacher Hohlräume vor. Sie sind bei *Cardium* und andern lateral stark gewölbten Formen sehr deutlich entwickelt und treiben den Mantel in Form niedriger abgerundeter Kegel lateral auf. An der Schale ist der Abguß der in Rede stehenden Vorsprünge längst unter dem Namen »Umbo«, »Nabel«, »Buckel« bekannt. Daher werde ich im folgenden auch kurzweg den Ausdruck Buckelnische verwenden. Wegen der engen genetischen Beziehung zwischen Mantelfläche und Schale spiegelt die Form der Umbonen den Ausbildungsgrad der Buckelnischen wider. An vielen Beispielen werde ich später die Gesetzmäßigkeit der Tatsache belegen, daß der Schalenbuckel kräftig, sogar spiralig gewunden vorspringt, wenn die lateralen Buckelnischen der Scaphialhöhle ordentlich gewölbt sind, dagegen unbedeutend und kaum merkbar, wenn die Buckelnischen flach und klein bleiben.

Eine besondere Eigentümlichkeit der Muscheln im Gegensatz zu den Gasteropoden und Cephalopoden wird durch die Betonung der Medianebene an der Oberfläche des nackten Leibes mittels auffallender plastischer Marken, des Schloßkammes, des Mantelspaltes und der Siphonen gebildet.

Der Schloßkamm (Taf. VIII Fig. 18) ist ein schmaler Längswulst in der dorsalen Mittellinie des Körpermassives, der sich längs der Schloßgegend zwischen die Schalen einschiebt und nach der Gestalt des Schlosses mit Gruben und Höckern modelliert ist. Von seiner Ausdehnung hängt die Größe des Schalenschlosses direkt ab.

Der Mantelspalt, der die Füllung der Mantelhöhle mit Wasser und das Herausstrecken des Fußes bedingt, ist ein medianer ventral konvexer Längsspalt und wohl ausgebildet an der ventralen Fläche des Scaphiums. Von hier biegt er sich sowohl anal wie oral nach der Rückenseite, d. h. gegen die beiden Schließmuskeln aufwärts, um dort in der Regel sein Ende zu finden. Das Körpermassiv setzt seiner weiteren Ausdehnung gewissermaßen Widerstand entgegen. So ist der Spalt ein Charakteristikum des ventralen Scaphiums und schneidet gerade in dessen Kielzone durch, wenn man im Vergleiche

bleiben will. Doch besteht eine Fortsetzung über die Schließmuskeln nach oben bis zum Beginn des Schloßkammes, nicht als eigentlicher Spalt, sondern als eine seichte, die paarigen Mantelränder trennende Mantelfurche.

Die mediane Differenzierung des Nacktkörpers, sei es als Schloßkamm oder Mantelspalt, bzw. Mantelfurche, bedingt die Trennung der vom Mantel abgesonderten Perlmutter- und Prismenschichten in paarige Kalkklappen; die Bildung der Schalencuticula dagegen wird nur vom Mantelspalt bzw. der Mantelfurche in trennendem Sinne beeinflußt. Denn soweit Mantelfurche und Mantelspalt reichen, sind symmetrische Grenzränder der Schalencuticula zu beobachten, während im Bereich des dorsalen Schloßkammes die Cuticularschicht der beiden Schalenbezirke ohne Grenze ineinander übergeht und sich sogar durch stärkere Dicke auszeichnet. Hier allein wird das Schalenligament gebildet, das als Verdickung eines Teiles der Schalencuticula aufzufassen ist.

Weil an den trocken in den Sammlungen aufbewahrten Muschelschalen das Ligament gewöhnlich geborsten ist, so übersieht man leicht, daß beide Schalenklappen eigentlich nicht getrennte Stücke sind, wie es auf den ersten Blick scheint, sondern die paarigen, verdickten Abschnitte eines einheitlichen Muschelgehäuses, dessen schmale, dorsomediane Zone sich von den großen lateralen Bezirken dadurch unterscheidet, daß die Ablagerung von Kalksalzen in geringerem Maße erfolgt. Man könnte vermuten, daß die Ligamentzone des einheitlichen Muschelgehäuses im Gegensatz zu den übrigen Teilen lediglich der Prismenschicht ermangelt; denn kalkige, an das Aussehen der Perlmuttersubstanz erinnernde Einlagerungen im Schalenligamente sind sicher schon allen denen aufgefallen, welche frische oder konservierte Muscheltiere aus den Schalen herausgenommen haben.

Der Schloßkamm zeigt meistens eine sehr komplizierte Modellierung, welche durch ihren negativen Abdruck in der Kalkschale, nämlich die Schloßzähne und Schloßgruben, allenthalben bekannt, aber nur von Stempell (12) bisher richtig gewürdigt wurde. Man kann unbedenklich die Terminologie Neumayrs (8) auf den Schloßkamm übertragen und von einem heterodonten, taxodonten usw. Schloßkamm sprechen.

Im Mantelrand sind paarige schmale, dem konvexen Kielrand des Scaphiums ungefähr parallel gerichtete Muskelstreifen entwickelt, deren Existenz an der Schale durch die sog. Mantellinie kenntlich

ist; jeder Streif verläuft bogen- oder hufeisenförmig mit ventral gerichteter Konvexität. Die Schließmuskeln können als angeschwollene, stark verdickte Enden dieses Muskelstreifens aufgefaßt werden. Die Muskelwülste am rechten und linken Rande des Mantelspaltes sind ein Mittel, die Weite des Mantelspaltes zu regulieren, eventuell denselben vollständig zu schließen. Ich werde daher das Muskelband der Mantellinie wegen seiner Funktion Dichtungsstreif nennen. Dichtungsstreif und Schließmuskel dienen zum Abschluß des Mantel- bzw. Schalenraumes nach außen. Doch wirken sie in verschiedener Weise. Bei wenig geöffneten Schalen kann mittels Erschlaffung der Elemente des Dichtungsstreifs, dadurch, daß sich seine freien, medialen Ränder aneinanderschmiegen, ein loser Abschluß des Mantelraumes bewirkt werden, während durch Kontraktion der Schließmuskeln der vollständige Schalenschluß erzielt wird.

Ist die Siphonalgegend zu langen, ausstreckbaren Röhren entwickelt, so sind die Muskelelemente der Siphonalretraktoren als dem Dichtungsstreif zugehörig aufzufassen. Der Abdruck des Dichtungsstreifs an der Schale, die Mantellinie, zeigt in diesem Falle einen einspringenden Winkel, die Mantelbucht.

Die Kiemen sind bei der Mehrzahl der Muscheln lateral vom Körpermassiv herabhängende und den Eingeweidesack teilweise bedeckende Körperauswüchse. Ihr Hauptentfaltungsgebiet liegt in der Buckelnische; ihre Ausdehnung stimmt im allgemeinen mit der des Körpermassivs überein. Nur ihr hinterer Bereich ragt weiter in das Scaphium hinab. Da sie dem Körpermassiv vollständig anliegen, bringen sie dessen Konvexität zum Ausdruck. Kiemen und Buckelnische stehen in engster Korrelation; reichen die Kiemen bis zur Schloßgegend, so muß ihnen die Buckelnische folgen. Während die obere Grenze der Kiemen im allgemeinen mit der dorsalen Grenze der Buckelnische übereinstimmt, gilt das nicht immer für die seitlichen Grenzen derselben.

Die Gestalt des weichen Muscheltieres ist durch seine Lebensweise verständlich. Im Gegensatz zu den Cephalopoden und Gasteropoden, deren Kopf, bzw. Fuß frei zutage liegt, fällt hier die geräumige vom dünnen Mantel umspannte Scaphialhöhle auf, in welcher der Fuß verborgen ist. Der Mantelraum des Scaphiums samt den Buckelnischen darf als ein eigenartiges Wasserreservoir betrachtet werden, das diesen Tieren unbedingt notwendig ist, weil sehr viele Arten die Gewohnheit haben, sich im Sande einzugraben und längere oder kürzere Zeit darin zu verweilen. Sie entfernen sich also ge-

wissermaßen aus dem Wasserbecken. Das ist ihnen dadurch ermöglicht, daß sie in ihrer Mantelhöhle eine gewisse Menge Wasser einschließen. So bleiben sie immer von dem feuchten Element umgeben, auch wenn sie sich in den Boden des Meeres oder der Flüsse einwühlen. Die Mantelhöhle aber wird nicht bloß mit Wasser gefüllt, sondern von einem ständigen Wasserstrom durchflossen, der den eingegrabenen Tieren Nahrung, Sauerstoff und Kalksalze zuführt. Die verschieden lang entwickelten Siphonalröhren des analen Scaphialrandes geben einen Maßstab zur Beurteilung der Tiefe, bis zu welcher jede Art in den sandigen Untergrund eindringen kann. Die Notwendigkeit der Dichtungsstreifen an beiden Mantelrändern leuchtet ohne weiteres ein, sie stauen das Wasser in der Mantelhöhle und gestatten dennoch die freie Verwendung des muskulösen Fußes, der wie eine Schaufel die Sandmassen durchschneidet und durch Kontraktion seiner Retraktoren den beschalten Körper in die Tiefe zieht. Auch die Sicherung der äußeren Körperfläche durch die Schalenklappen, sowie der zugeschärfte Rand derselben hängt mit der grabenden Lebensweise zusammen.

IV. Charakteristik der ersten Stilgruppe.

a. Cardium.

Da ich *Cardium* als Ausgangspunkt meiner Betrachtungen gewählt habe und auf seine Form viele andre meiner Analyse zugänglich gewordene Arten zurückzuführen versuchen werde, dürfte es wohl am Platze sein, seine spezifische Körperform noch eingehender zu beleuchten.

Der Nacktkörper hat ungefähr die Gestalt einer bikonvexen Linse (Taf. VII Fig. 12) von geringem Krümmungsradius; denn seine beiden Seitenflächen (Mantel) sind stark lateral konvex ausgewölbt. Doch hinkt der Vergleich insofern, als die allgemeine Linsenform in der Schloßgegend durch die vorspringenden Buckel beeinträchtigt wird. Der Kontrast zwischen dem Körpermassiv (dem soliden Abschnitt des Weichkörpers) und dem hohlen Scaphium ist sehr deutlich ausgesprochen. Die starke transversale Entfaltung des Massivs, sowie die bedeutende Höhenentwicklung der Buckelnischen (die über den Schloßkamm hinausspringen) und deren transversale Aufblähung bewirken die starke Seitenwölbung der Mantelflächen bzw. der Schalenklappen und die kräftige Ausbildung der Schalenbuckel. Die Buckelnische hat den Umriß eines annähernd gleichschenkligen

Dreiecks, das sich über der Muskellinie (m_1, m_2) als Basis erhebt und durch beträchtliche Höhe auszeichnet. Die beiden Schenkel schließen ungefähr einen rechten Winkel ein, der Buckelwinkel heißen mag, weil sein Scheitel im Buckel liegt.

Das ventrale Scaphium hat die Gestalt eines bauchigen, etwa halbmondförmig aufgekrümmten Nachens, dessen medioventraler Kiel durch den Mantelspalt zerschlissen ist. Die Mantelhöhle des Scaphiums ist sehr geräumig und zum verhältnismäßig geringen Teile vom Fuß, den Mundlappen und den Kiemen ausgefüllt. Der cylindrische Fuß ist rechtwinklig geknickt; seine Muskelhaube ist im Ruhezustande ziemlich lang, zugespitzt und ungefähr rechtwinklig gegen den Eingeweidesack abgeknickt. Vor und hinter dem Eingeweidesack ist je ein ansehnlicher Abschnitt der Mantelhöhle mit Wasser erfüllt.

Die Kiemen liegen zum weitaus größten Teil in der Buckelnische und bedecken das Körpermassiv innerhalb der Schließmuskeln. Ihre Insertionslinie folgt dem vorderen und hinteren Schenkel des Buckelnischendreiecks. Während der Ventralrand der Kiemen in der vorderen Region mit der Muskellinie fast zusammenfällt, überschreiten sie anal diese Grenze und erstrecken sich schräg nach unten hinten in den leeren Raum des Scaphiums vor den Siphonen.

Die Mundlappen entspringen hinter dem vorderen Schließmuskel als kleine, schräg nach hinten verlaufende schmaldreieckige Fortsätze. Ihre Wurzelstelle zieht längs des oralen Schenkels der Buckelnische und ventral vom vorderen Schließmuskel. Der Mantelspalt reicht oral bis zum dorsalen Rande des vorderen Schließmuskels und stößt hier direkt an den Schloßkamm; eine orale Mantelfurche ist nicht entwickelt. Hinten steigt der Mantelschlitz nur bis zu den Siphonen. Von der Mitte des hinteren Schließmuskels zieht die Mantelfurche bis zu seiner oberen Grenze. Der heterodonte Schloßkamm wird von den sich emportürmenden und gegen die Mediane eingewölbten Buckeln überragt.

b. Andre Arten.

Aus der großen Zahl der Dimyarier greife ich nur einige Arten, nämlich *Venus verrucosa*, *Cytherea Chione*, *Tapes decussatus*, *Artemis exoleta*, *Psammobia vespertina*, *Tellina nitida*, *Pectunculus bimaculatus*, *Arca Noae* und *Unio batavus* heraus, um ihre Ähnlichkeiten und Unterschiede durch den Vergleich mit *Cardium* auf einen gemeinsamen Maßstab zurückzuführen.

Für die Erkennung der bei den genannten Arten herrschenden Formverschiedenheit scheint mir die Ausdehnung der Buckelnische ein Merkmal von großer Bedeutung zu sein. Bei *Cardium* (Taf. VII Fig. 12) hat sie ungefähr die Gestalt eines hohen gleichschenkligen Dreiecks, dessen gleiche Schenkel der oralen und der analen Grenze der Buckelnische entsprechen; sie schließen einen abgerundeten, ungefähr rechten Winkel ein, dessen Scheitel der Buckel ist. Die reguläre Form der Buckelnische wird nun bei den andern Arten in verschiedener Weise modifiziert, indem bald der orale, bald der anale Schenkel verkürzt oder verlängert erscheint; die Größe des Buckelwinkels unterliegt hierbei großen Schwankungen. Je mehr sich nämlich die dorsoventrale Achse verkürzt bei steigender sagittaler Verlängerung des Körpers, desto mehr nimmt der Buckelwinkel an Größe zu und die Höhe des Buckelnischendreiecks ab. Die Größe des Buckelwinkels ist somit ein bequemes Merkmal, um die Ausdehnung und die Gestalt der Mantelnische zu charakterisieren: Er ist ungefähr ein rechter, wenn die Buckelnische einen schmalen Eingang und eine ansehnliche Höhe besitzt, er ist stumpf, wenn sie niedrig und breit ist.

Betrachten wir Formen wie *Venus*, so sehen wir die bei *Cardium* beobachteten Verhältnisse nicht stark geändert. Bei *Venus* Taf. VII Fig. 15), deren allgemeine Körperform ja ohnedies *Cardium* ähnelt, ist der Buckelwinkel auch ungefähr ein rechter, doch erscheint der anale Schenkel verlängert, was wohl eine Streckung der postumbonalen Körperregion ausdrückt. Die Höhe der Mantelnische kommt etwa der Hälfte der dorsoventralen Achse gleich. Bei *Cytherea* (Taf. VII Fig. 11) ist der Buckelwinkel ziemlich stumpf und die auch bei *Venus* herrschende Eigentümlichkeit, daß die Insertionslinie der äußeren mehr anal liegenden Kieme nicht dem analen Schenkel des Buckelwinkels folgt, etwas deutlicher ausgesprochen. Der vordere Schließmuskel steht von der inneren Kieme weiter ab als bei *Venus* und *Cardium*; daher ist ein kleiner Mantelraum zwischen beide eingeschaltet, in den die schmalen Mundlappen hereinragen.

Bei *Mactra* (Taf. VII Fig. 16) ist eine Zunahme des Buckelwinkels wahrzunehmen bei ziemlich gleichbleibenden Schenkeln und bei abnehmender Höhe. Die Arten *Tellina*, *Psammobia* und *Unio* (Taf. VII Fig. 17, 13 und Taf. VIII Fig. 21) bieten Beispiele dafür, daß mit einer stetigen Zunahme des Buckelwinkels oder eines Schenkels desselben Abnahme der Höhenachse und Zunahme der Längsachse des Körpers Hand in Hand geht. Bei *Tellina nitida* (Taf. VII Fig. 17)

und *Psammobia vespertina* (Taf. VII Fig. 13) ist der Buckelwinkel beinahe zu einer Geraden gestreckt; die Höhe der Buckelnische beträgt nur etwa den vierten Teil der gesamten Körperhöhe. Bei *Unio* (Taf. VIII Fig. 21) entwickelt sich die Buckelnische als stark ungleichseitiges Dreieck; der vordere Schenkel ist bedeutend verkürzt, während der hintere langgezogen ist. Man vergleiche damit die gedrängte Form der Buckelnische bei *Cardium* und *Venus* (Taf. VII Fig. 12, 15).

Muscheln, deren Schalen äußerlich betrachtet (durch längliche Form und starke Abplattung) sehr ähnlich scheinen, wie *Unio* und *Tellina*, stimmen also im Bauplan des Weichkörpers durchaus nicht überein.

Die Länge der Muskellinie steht mit der Größe der Buckelnische in direktem Verhältnis. Bei *Cardium*, *Venus* und *Mactra* ist der innere Muskelabstand kleiner als die Körperhöhe, bei *Cytherea* ist er ihr ungefähr gleich, bei *Psammobia* und *Tellina* ist er größer als sie.

Wenn ich nun zusammenfasse, so kann man die Form einer Muschel durch die Größe des Buckelwinkels, durch das Längenverhältnis seiner Schenkel, durch die Länge der Muskellinie, durch die Höhe der Buckelnische genau bestimmen.

Die Kiemen entspringen zu beiden Seiten des Körpermassivs, und zwar ragen sie hauptsächlich in die Buckelnischen; ihre Insertionslinie folgt bei *Cardium* (Taf. VII Fig. 12) der Grenze der Mantelhöhle; vielfach steigen sie über die Muskellinie mehr oder weniger tief in den weiteren Teil des Scaphiums hinab. Im allgemeinen läßt sich der Satz aufstellen: Je langgestreckter die Formen sind, je mehr die Längsachse des Körpers die Höhenachse überwiegt, desto mehr überschreiten die Kiemen die Muskellinie, desto weiter reichen sie ventralwärts. Umgekehrt sind sie bei den meisten mit röhrenförmigen Siphonen begabten Arten (*Venus*, *Mactra*, *Cytherea*, *Tapes*, *Tellina*, Taf. VII Fig. 10, 11, 15, 16, 17) fast ausschließlich auf die Buckelnische beschränkt. Nur bei *Psammobia vespertina* (Taf. VII Fig. 13) biegen sie tiefer gegen den Klaffrand der Schale herab. Das gleiche gilt für *Unio*, deren Kiemen nicht bloß tiefer gegen den Mantelspalt, sondern auch weiter anal gegen den Siphonalspalt ausgedehnt sind (Taf. VIII Fig. 21).

Die enge physiologische Correlation zwischen Kiemen und Mundlappen, welch letztere für die Umkehr des die Mantelhöhle ständig durchfließenden Wasserstromes von höchster Bedeutung sind, ist auch durch anatomische Momente zu bestätigen. Die Mundlappen

sind klein und schmal bei *Cardium*, *Venus*, *Cytherea*, *Psammobia*, *Tapes* und *Unio*, dagegen breite dreieckige Fortsätze bei *Mactra* (Taf. VII Fig. 16). Bei *Tellina* (Taf. VII Fig. 17) sind sie besonders stark entfaltet, daß ihre Ausdehnung ungefähr derjenigen der Kiemen gleichkommt. Der Raum der Buckelnische wird in verschiedener Weise ausgenützt. Es läßt sich ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis zwischen Kiemen und Mundlappen erkennen. Wenn die Mundlappen unbedeutend und schmal sind (Taf. VII Fig. 12, 10, Taf. VIII Fig. 21), so erfüllen die Kiemen fast die ganze Buckelnische. Wenn dagegen die Mundlappen groß sind, wie bei *Mactra* und *Tellina*, so beanspruchen sie den größeren Teil der Buckelnische und drängen die Kiemen in den hinteren Abschnitt derselben zurück. Den extremsten Fall zeigt *Tellina* (Taf. VII Fig. 17); hier lassen sich zwei ungefähr gleiche Zonen der Buckelnische unterscheiden, ein Mundlappenraum und ein Kiemenraum.

Je höher der Weichkörper ist, desto mehr ist er transversal breit und ausgebuchtet, wie bei *Cardium*, *Venus* und *Mactra*. Formen von geringerer Höhe und stärkerer Länge sind dagegen mehr abgeplattet und lassen die elegante Seitenwölbung der eben genannten Arten in höherem oder geringerem Grade vermissen. Damit geht eine Formänderung des Scaphiums Hand in Hand. Bei *Cardium*, *Venus* und *Mactra* ist es wirklich breit und nachenförmig, bei langgestreckten Formen aber ist sein transversaler Durchmesser verschmälert.

Die Form und die Größe des Fußes weist große Schwankungen auf. Die Fußform von *Mactra* erinnert an *Cardium*, weil die fingerförmig entwickelte Muskelhaube sich rechtwinklig vom Eingeweidesack absetzt, nur daß bei *Cardium* der Fuß cylindrisch ist, während er bei *Mactra* seitlich abgeplattet und scharf bekantet ist. Bei *Tellina*, *Psammobia*, *Tapes*, *Cytherea*, *Venus* ist die Muskelhaube mehr oder weniger stark in die Länge gezogen und beilförmig gestaltet; hier verdient sie ihren Namen, da sie den Eingeweidesack wirklich haubenartig bedeckt. Feste Beziehungen zwischen Körper- und Fußform konnte ich nicht erkennen. Die Gestalt des Fußes scheint mehr von den Lebensbedingungen abhängig.

c. Längsschnitte und deren Orientierung.

Ich habe eben den Bau etlicher Muscheln dadurch anschaulich zu machen gesucht, daß ich die linke Schale und die linke Wand des Scaphiums entfernte, um so den Einblick in das Relief der

Mantelhöhle und der in sie ragenden Körperteile zu eröffnen. In Gedanken aber muß man sich die entfernten Teile zurückbringen und durchsichtig vorstellen. Man muß glauben, man schaue durch die durchsichtige Wand des Körpers, nämlich Schale und Mantel, auf die Konfiguration der Organe in der Mantelhöhle. Dann bietet die wechselnde Form der Buckelnische, bzw. des Buckelwinkels einen sicheren Maßstab, um die Körper- und Schalenform zu beurteilen. Doch auf diese Weise ist die mir gestellte anatomische Aufgabe bloß eingeleitet worden. Ein besseres Urteil über den Stilcharakter der Muscheln wird sich erst aus der Betrachtung der gesamten Anatomie, zunächst einmal von Medianschnitten ableiten lassen. Ich habe mich darum bemüht, eine große Sammlung von Längsschnittserien durch recht verschiedene Muschelarten anzulegen. In diesen ist das oben (S. 107) geschilderte Verhältnis von Körpermassiv und Scaphium sehr gut abzulesen. Wenn auch die Kiemen nicht in die Figuren eingetragen sind, so wird das Verständnis hierdurch nicht geschädigt werden, da die Seitenansichten der abgeschalten Muscheln (Taf. VII Fig. 10—17 und Taf. VIII Fig. 18—29) die Lücken der Zeichnungen leicht auszufüllen gestatten.

Beim Studium solcher Längsschnitte wird man zunächst durch die anscheinende Eintönigkeit der Schnittbilder überrascht. Doch gewährt uns längere Übung die Fähigkeit, die spezifischen Unterschiede abzulesen. Ich will mich nicht in Schilderung dieser Kleinigkeiten erschöpfen, sondern nur allgemeine Punkte hervorheben. Immer läßt sich die Muskelhaube des Fußes gut gegen den Eingeweidesack oder Fußstiel abgrenzen durch die winklige Einknickung an der oralen und das abgerundete Eck an der analen Kante. Die spezielle Gestalt der Muskelhaube, ob dünn wurmförmig, oder fingerförmig, kommt dafür nicht in Betracht. Das Körpermassiv springt (was man an den Seitenansichten nicht erkennt) oral und anal verschieden stark über den Fußstiel heraus. Die Schließmuskeln schließen entweder dicht an oder befinden sich in weiterem Abstand, so daß in manchen Fällen der Mund von ihnen verdeckt wird.

Im dorsalen Massiv liegen Leber, Magen, Herzbeutel, Herz und Niere, aber in sehr wechselnder Größenausdehnung. Besonders das Volumen von Herzbeutel und Niere unterliegt beträchtlichen Schwankungen.

Wenn man sich mit dem Vergleich der Medianschnitte und der Seitenansichten abgibt, wird die oben in historischer Darstellung behandelte Frage nach der Orientierung des Muschelkörpers wieder

brennend und erheischt unbedingt eine moderne Lösung. Man muß sich vor dem Vergleich klar darüber werden, in welche Stellung man die Bilder zu bringen hat, um sie bequem und mit Aussicht auf Erfolg zu bewerten. Ich will von vielen vergeblichen Versuchen schweigen und bloß die Anordnung begründen, welche ich den Figuren auf den Taf. VII, VIII, IX gegeben habe. Es bedarf keiner Rechtfertigung, daß ich entgegen der Meinung von Orbigny die natürliche Stellung der Tiere überhaupt nicht berücksichtige, weil morphologische und physiologische Orientierung zwei durchaus verschiedene Gesichtspunkte der zoologischen Betrachtung sind. Ich suchte vielmehr anatomisch feste Punkte, z. B. Mund, After, ferner Schließmuskeln, Magen, Herz, Niere, in eine ziemlich übereinstimmende Lage zu bringen. Dieselbe ermittelte ich durch probeweises Drehen der Längsschnittbilder, bis jene Stellung aufgefunden war, bei welcher die größte Übereinstimmung der inneren Organisation zu herrschen schien. Ich orientierte also nicht nach einem einzigen Merkmal äußerlicher Natur, wie man früher die Schalen nach dem Schloßrand gestellt hatte, sondern nach einem Komplex von vielen Merkmalen, die gegenseitig voneinander abhängig sind.

Da das Aufsuchen dieser Stellung umständlich ist und Überlegung kostet, suchte ich eine praktische Handhabe für die rasche Orientierung und glaube sie in der Verbindungslinie der Pedal- und der Visceralganglien gefunden zu haben. Als ich nämlich die Medianschnitte nach dem oben geschilderten Merkmalkomplex orientiert hatte, fiel eine merkwürdig gute Übereinstimmung im Verlauf der Ganglienlinie auf, die bei den meisten Schnitten annähernd parallel gerichtet war. Wenn es sich also darum handelt, die Muscheln rasch in eine für den morphologischen Vergleich passende Stellung zu bringen, so kann man nach der Ganglienlinie orientieren, muß aber stets im Sinne behalten, daß derselben nur der Wert eines praktischen Substitutionsmerkmales beizumessen ist. Selbstverständlich sind die Ganglienlinien und ihre beiden Endpunkte, Pedal- und Visceralganglion, gleichsinnig zu richten. Ich habe mich dafür entschieden, die Figuren auf den Tafeln so abzubilden, daß die Ganglienlinien dem seitlichen Tafelrand parallel laufen, das Pedalganglion nach unten, das Visceralganglion nach oben gerichtet ist. Auf diese Weise kommen Mund und After übereinander zu liegen, und man kann die Muschellängsschnitte einfacher mit Längsschnitten durch andre Mollusken, besonders Tintenfische, vergleichen.

Mit ein paar Worten möchte ich in Hinsicht auf die Bemerkungen von Vaillant den Unterschied zwischen morphologischer Orientierung des Tieres und der Figur streifen.

Unter morphologischer Orientierung verstehe ich die Notwendigkeit, den Tierkörper nach Kenntnisnahme seiner Organe so zu stellen, daß die Körperachsen ein ganz bestimmtes, für jeden einzelnen Fall verbindliches Lageverhältnis zu den drei Koordinatenebenen des Raumes haben. Erst durch Erfüllung dieser Bedingung ist es möglich, den Vergleich zwischen vielen Arten mit Erfolg durchzuführen. Etwas andres aber ist die Frage, wie man die Abbildungen der Organisationsverhältnisse auf einer Tafel stellen soll. Hier kann nach meiner Ansicht der individuellen Vorliebe vollkommene Freiheit gewährt bleiben. Denn es scheint mir an und für sich gleichgültig, ob man die Hauptkoordinaten parallel dem Tafelrand oder in irgendwelcher Neigung verlaufen läßt, wenn man nur die einmal bevorzugte Anordnung für alle Fälle streng befolgt. So haben Blainville und Deshayes die Muschelschalen morphologisch gleichsinnig orientiert, aber die Zeichnungen abweichend gestellt, Deshayes so, daß alle Wirbel nach der Seitenkante der Tafel schauen, Blainville so, daß sie nach der Oberkante gerichtet sind. Hier ist also lediglich die Lage der Figuren auf der Tafel um 90° geändert, nicht aber ein neuer morphologischer Gedanke ausgesprochen.

Für die Analyse der Muscheln ist eine sehr genaue Untersuchung der gesamten Topographie und aller einzelnen Organe notwendig. Jedoch war es mir vorderhand nicht möglich, die Forderung zu erfüllen. Daher habe ich bloß den Darm genauerer Betrachtung unterzogen und in seinem Verlauf ein sehr interessantes Mittel zur Beurteilung der Organisation erkannt.

Ich schildere sein Verhalten zunächst bei *Cardium* (Taf. IX Fig. 34). Vom Munde (*o*), der hart hinter dem ventralen Rande des vorderen Schließmuskels (m_1) liegt, zieht die Speiseröhre (*oe*) in sanftem Bogen an der unteren Fläche des Cerebralganglions vorbei schräg nach aufwärts, um vor der Körpermitte in eine geräumige Erweiterung, den unregelmäßig geformten Magen (*Ma*) überzugehen. Derselbe setzt sich in einen geraden, sich allmählich verjüngenden und der dorsoventralen Achse des Tieres ungefähr parallel laufenden Abschnitt fort, den ich als Magenschenkel (*Ms*) bezeichnen will; die Grenze zwischen Magen und Magenschenkel ist durch eine ringförmige Einschnürung deutlich markiert. Auf den bis zum Pedalganglion reichenden Magenschenkel folgt ein rückläufiges Schaltstück, das dem Magenschenkel ungefähr parallel etwa bis zu dessen Mitte steigt, um hier nochmals umzubiegen in den letzten Hauptabschnitt des Darmes, der die charakteristische Form eines aufrechtstehenden lateinischen Buchstabens »S« hat. In seinem mittleren Verlauf zieht der »S«-Schenkel dem Magenschenkel parallel. Ventral und dorsal ist er

hakenförmig gekrümmt. Der ventrale Bogen stößt an das Schaltstück an; der dorsale Bogen durchbohrt das Herz und umläuft den hinteren Schließmuskel (m_2) zum After (a). Letzterer liegt ungefähr in der Verlängerung der Muskelachse dicht hinter dem Visceralganglion (gv). Der gesamte Darmtraktus läßt sich also in fünf getrennte Abschnitte zerlegen:

1) die Speiseröhre, 2) den Magen, 3) den Magenschenkel, 4) das rückläufige Schaltstück, 5) den »S«-Schenkel.

Bei sehr vielen Arten scheint die Differenzierung in diese fünf Abschnitte die Regel zu sein. Während sich die ersten drei Abschnitte in Form und Lage ziemlich konstant verhalten, treten bei dem Schaltstück und dem »S«-Schenkel bedeutende Veränderungen auf, die teils in einer Vereinfachung, teils in einer Komplikation bestehen. Nach diesen Gesichtspunkten können wir mehrere Untergruppen der Darmform unterscheiden:

1. *Cytherea*, *Mactra*, *Cyprina* (Taf. IX Fig. 35).

Bei diesen Arten ist das rückläufige Schaltstück zu einem mehr oder weniger komplizierten Schlingensystem ausgebildet. Die Darmschlingen liegen vor dem Magenschenkel. Das bei *Cardium* gerade verlaufende Schaltstück ist bei *Cytherea* in zwei Bogen gekrümmt, bei *Mactra* weist es noch mehr Biegungen auf, bei *Cyprina* zeigt es die stärkste Tendenz zur Schlingenbildung.

2. *Anodonta*, *Unio* (Taf. IX Fig. 39).

Wie der hintere Schenkel der Buckelnische sehr langgestreckt ist, so sind auch Niere, Herz und der Fußstiel sagittal ausgezogen. Der Magenschenkel läuft in analer Richtung. Das Schaltstück liegt nicht oral, sondern anal von ihm. Zwischen dem Schaltstück und dem S-Schenkel ist eine längere Darmstrecke eingeschoben, die einem »V« mit einem kürzeren und einem viel längeren Arm gleicht. So spiegelt sich die Form der Buckelnische auch im Verlauf des Darmes wider.

3. *Pectunculus*, *Area*, *Chama*, *Astarte*, *Lucina* (Taf. IX Fig. 40, 37, 36).

Diese Formen zeichnen sich durch einen verhältnismäßig einfachen Darmverlauf aus. Das Schaltstück fehlt ganz. Der Magenschenkel geht ohne Einschiebung von Schlingen direkt in den »S«-Schenkel über, dessen unteres Teilstück im Vergleich zum oberen nur schwach entwickelt ist. Den extremsten Fall der Einfachheit

zeigt *Lucina*, deren Darm fast ganz gerade vom Mund zum After hinzieht. An die erste Formgruppe erinnert *Arca*, wo noch eine deutliche Neigung zur Bildung des Schaltstückes vorhanden ist.

4. Bei *Nucula* und *Leda* (Taf. IX Fig. 43, 44) sind die Darmschlingen dorsal geschoben und in der Lebergegend entwickelt. Die Speiseröhre zieht mit fast rechtwinkliger Knickung zum auffallend geräumigen Magen. Ein rückläufiger Schenkel ist nicht zu unterscheiden. Der »S«-Schenkel dagegen ist bei *Leda* ungeheuer lang und in Gestalt einer U-förmigen Schleife in der Richtung gegen den vorderen Schließmuskel vorgeschoben. Bei *Nucula* herrscht im Prinzip die gleiche Regel, nur kompliziert sich die U-Schleife des S-förmigen Abschnittes dadurch, daß sie in mehrere Windungen gekrümmt wird. So entsteht in der vorderen oberen Körperregion ein Knäuel von Darmschlingen, die paramedian und zwar rechts von der Speiseröhre liegen.

Wir sehen schon an den wenigen hier aufgeführten Beispielen, daß der Darm mannigfache Modifikationen nach der einfacheren oder komplizierteren Richtung erfährt. Der annähernd parallele Verlauf der Speiseröhre zur Ganglienlinie scheint gesetzmäßig zu sein. Bei solchen Arten, deren prä- und postumbonale Körperregion ziemlich in Formengleichgewicht stehen, und deren dorsoventrale Achse stark entwickelt ist, ist der Magenschenkel dieser parallel oder wenigstens annähernd parallel gerichtet. So klingt auch in der Darmlinie der Gedanke der Höhenentwicklung an. Je mehr nun die Entwicklung der postumbonalen Körperzone überwiegt, um so geringer wird der Winkel, welchen der Magenschenkel und mit ihm die Richtung des Darmtractus mit der Körperlängsachse bildet. Ein typischer Fall ist *Anodonta*, bei welcher der Magenschenkel schräg nach hinten gestreckt ist.

V. Charakteristik der zweiten Stilgruppe.

Nicht alle Muscheln lassen sich auf *Cardium* beziehen. Die Mannigfaltigkeit der spezifischen Gestaltung zwingt uns, einen zweiten Formtypus aufzustellen, dem hauptsächlich die Monomyarier angehören, obgleich der Besitz von zwei Schließmuskeln kein exklusives Merkmal ist.

a. Mytilus.

Die stilistische Eigenart der neuen Gruppe und ihre morphologischen Beziehungen zur ersten Gruppe wird der Leser am leichtesten verstehen, wenn ich zuerst die zweimuskelige Miesmuschel *Mytilus* erläutere (Taf. VIII Fig. 22). Ich tue das nicht aus bloßer Willkür, sondern nach reiflicher Überlegung; denn *Mytilus* zeigt spezifische, sonst nur für die Monomyarier charakteristische Formeigentümlichkeiten, die sie von der Gruppe der zum Formtypus »*Cardium*« gehörenden Arten ausschließen. Bekanntlich liegt der kleine Schalenbuckel nicht in der Mitte des Tieres, sondern am oralen Schalenrande und sogar vor dem Munde (Taf. VII Fig. 3). Der präumbonale Körperabschnitt (Lunulagegend) ist, wenn man überhaupt davon reden darf, nur als äußerst schmaler Saum um den Buckel angedeutet. Die unscheinbare Ausbildung des vorderen Körperbezirkes wird ferner durch die Tatsache bezeugt, daß vorderer Schließmuskel und Buckel direkt aneinanderstoßen. Das Körpermassiv ist dagegen anal außerordentlich in die Länge gestreckt; es gleicht einem Kahne mit scharfem gegen den Schloßrand schauenden Kiele. Die ebenfalls lange Ligamentleiste zieht vom Buckel bis zum Beginn der analen Mantelfurche. Der Mantelrand setzt hier mit einem scharfen Eck ein und ladet in einem langgestreckten Bogen anal aus. Die Mantelhöhle liegt nur unterhalb des Körpermassivs und bildet keine dorsalen Buckelnischen. Infolge der sagittalen Streckung des Körpermassivs ist der Fußstiel schmal und lang und springt im Gegensatze zu *Cardium* und seinen Verwandten ganz unbedeutend in die Mantelhöhle ein; die fingerförmige Muskelhaube ragt, einem Glockenklöppel vergleichbar, etwas vor der Mitte des Körpers in den Mantelraum. Der zwischen Muskelhaube und Mund sichtbare Abschnitt des Fußstiels ist strangartig gerundet und durch die vorderen Retraktoren des Fußes paarig aufgewulstet; der hintere Abschnitt springt wie ein schmaler Kiel mit scharfer Kante in den Mantelraum hinein; er erscheint als ein nebensächlicher Anhang des Körpermassivs, der nur von der Gonade, nicht von Darmschlingen erfüllt ist. Infolge der Längsstreckung des Fußstiels und der schwachen Ausbildung der Muskelhaube erscheint die Scaphialhöhle unterhalb des Körpermassivs als ein einheitlicher, langgezogener Raum, der keine Buckelnischen besitzt und auch nicht in Pedal- und Siphonalkammer geteilt werden kann. Der vordere Schließmuskel hat einen beträchtlichen Abstand vom Munde, daher schiebt sich die Scaphialhöhle zwischen beide ein und bildet einen präoralen

Abschnitt, der den Muscheln der ersten Gruppe fremd ist und höchstens andeutungsweise z. B. bei *Cytherea* gebildet wird. Die Kiemen erstrecken sich entlang der ventralen Grenze des Körpermassivs vom Mund bis hinter den analen Schließmuskel. Daß sie sogar längs des Muskels und noch etwas über ihn hinaus anal ziehen, ist ein für die neue Stilgruppe außerordentlich charakteristischer Zug. Vor dem oralen Rande der Kiemen ragen die Mundlappen heraus, längliche schwach sichelartig gebogene Auswüchse, die fast bis zum Mantelrande reichen und dadurch die schmale Entwicklung der Scaphialhöhle in der oralen Zone deutlich hervorheben.

Der mediane Längsschnitt (Taf. IX Fig. 38) zeigt den Kontrast zur ersten Stilgruppe: die schwache Ausbildung von Muskelhaube und Fußstiel, die Lage des Mundes auf einem Kegel und den großen präoralen Mantelraum. Besonders aber fällt der Verlauf des Darmes auf, der im Einklange mit den oben beschriebenen Eigenschaften der Gesamtkörperform ausschließlich im Massive untergebracht und fast rein sagittal gelagert ist. Der Magenschenkel erstreckt sich durch die Längsachse des Tieres, so daß er oberhalb des hinteren Schließmuskels in das lange Schaltstück umbiegt. Das letztere läuft in oraler Richtung etwa bis zur Grenze zwischen Speiseröhre und Magen und geht hier in den »S«-förmigen Schenkel über, der in flachem Bogen längs des Magens anal zieht, ungefähr in der Magenmitte sich biegt, um durch das Herz zum After zu ziehen. Der sagittale Verlauf des Magenschenkels steht im Einklange mit der starken Ausbildung der hinter der Muskelhaube des Fußes liegenden Körperzone, die auch durch die weite Entfernung des hinteren Schließmuskels vom hinteren Rückziehmuskel des Fußes kenntlich wird. Übereinstimmende Verhältnisse fand ich bei *Modiola barbata* und *Pinna nobilis*; besonders bei der Steckmuschel ist die Längsstreckung des Körpers in noch höherem Grade ausgeprägt. Der Mantel springt kolossal weit über den Schließmuskel und vergrößert so die Scaphialhöhle in ganz unerwarteter Weise postanal; auch die Kiemen dehnen sich weit über den hinteren Schließmuskel aus.

b. Avicula.

Wer nach dem Aussehen der Schalen urteilt, würde vermuten, daß das Körpermassiv sehr groß sei; aber nach Entfernung der linken Schalen- und Mantelklappe findet man im Gegenteil dasselbe auffallend klein, besonders in der dorsoventralen Achse bedeutend verkürzt. Zur Kompensation ist das Scaphium samt den Kiemen

mächtig ausgebildet. Hier begegnen wir dem ersten Beispiele dafür, daß die Größe der Schalen hauptsächlich von der Größe des Scaphiums bzw. des Mantels abhängt (Taf. VIII Fig. 24).

Während die Kiemen bei *Mytilus* ungefähr am analen Rande des Schließmuskels enden, reichen sie bei *Avicula* weit über diese Grenze und der Siphonalraum des Scaphiums dehnt sich in anal ventraler Richtung aus; damit nicht genug, dringt die Mantelhöhle auch noch an der analen Fläche des Schließmuskels empor und bildet einen dorsalen Nebenraum, der von dem hinteren Flügelfortsatz der Schale bedeckt wird. Da derselbe gegen den Schloßrand, also cardinal aufsteigt, so erinnert er in gewissem Sinne an die Buckelnische, obwohl er sich von dieser wesentlich dadurch unterscheidet, daß er in einer ganz andern Gegend (hinter dem Schließmuskel) ausgebildet ist. Eine der Regel von *Mytilus* entsprechende sagittale Streckung des Körpers in analer Richtung kommt hier nicht zum Ausdruck; im Vergleich zu dieser Art ist bei *Avicula* vielmehr eine Verkürzung zu konstatieren. Während z. B. bei *Mytilus* der Abstand des hinteren Retraktors vom hinteren Schließmuskel ziemlich groß ist, sind bei *Avicula* Retraktor und Schließmuskel dicht benachbart; daher ragen die Kiemen anal weit über den Schließmuskel, der sich ungefähr in der Mitte ihres Verlaufs befindet. Die Mantelhöhle bildet keine Seitennischen, der am Vorderende des Tieres liegende Buckel ist solide. Die Ligamentleiste ist lang ausgezogen.

Der Darm (Taf. IX Fig. 46) ist einfach. Vom Munde führt die kurze Speiseröhre ziemlich gerade in den Magen, dessen Schenkel in sagittaler, nicht in dorso-ventraler Richtung (fast parallel zur Ganglienlinie) verläuft. Das Schaltstück zieht in oraler Richtung und biegt nach kurzem Verlaufe in den »S«-förmigen Schenkel um, der dem hinteren Magenabschnitt ungefähr parallel emporsteigt und vor dem Herzen unter scharfer Knickung anal abbiegt.

c. Pecten (Taf. VIII Fig. 23).

Die Pectiniden sind durch ihre Organisation den Aviculiden nahe verwandt, daher kann ich meine Schilderung kurz fassen. Wie bei *Avicula* entwickelt sich die Mantelhöhle unter und hinter dem analen Schließmuskel, so daß ein außerordentlich großer Mantelraum halbmondförmig den hinteren Teil des Körpermassivs umfaßt. Die Kiemen dehnen sich in diesen Abschnitt der Mantelhöhle ungehindert aus, ja sie biegen sich sogar in viel höherem Grade wie bei *Avicula* gegen den Schloßrand empor.

Das Körpermassiv ist auf einen engen Raum zusammengezogen zu einer ungefähr vierseitigen Masse, welche besonders in der Gegend des Schließmuskels sehr dick transversal entfaltet ist. Der Längsschnitt erläutert wohl am besten die Eigenart der Organisation. Der Mund steht wie bei *Avicula* nahe der unbedeutend kleinen Muskelhaube des Fußes, die naturgemäß nur einen kleinen Abschnitt des vorderen Mantelraumes beansprucht. Hinter dem Fuß aber springt ein Fortsatz des Körpermassivs wie ein schmaler medianer Keil vor. In ihm sind hauptsächlich die Gonaden eingebettet.

Auch der Darm (Taf. IX Fig. 47) läßt die nahe Formverwandtschaft mit *Avicula* erkennen. Die zunächst auffallenden Unterschiede hängen mit der andern Ausbildung des Körpers zusammen, nämlich mit der schwachen Entwicklung der präumbonalen Zone (womit die ventrale Abbiegung der langen Speiseröhre harmoniert) und mit der starken Entfaltung des Eingeweidesackes unterhalb des Schließmuskels, welche eine sagittale Streckung des Schaltstückes und die Bildung einer einfachen Schlinge am Beginn des »S«-förmigen Abschnittes gestattet. Letzterer zieht an der rechten Seite des Magens fast bis zum vorderen Grenzrand des Körpers oral und dann erst rückläufig das Herz durchsetzend zum After.

d. Ostrea.

Die Auster gehört durch die allgemeine Anordnung ihrer Organe gleichfalls in den hier zu besprechenden Formenkreis, da die Mantelhöhle sich unter und hinter dem analen Schließmuskel entwickelt und die Kiemen mit halbmondförmiger Krümmung um ihn emporsteigen. Eine nahe Formverwandtschaft mit *Avicula* und *Pecten* besteht jedoch nicht. Als spezifische Eigentümlichkeit hebe ich eine am Siphonalrande des Scaphiums befindliche Querbrücke hervor, welche sich als dünner Pfeiler zwischen dem rechten und linken Mantelrand einschiebt und die morphologische Unterscheidung des Kloaken- bzw. Atemsiphos ermöglicht. Mittels dieser Brücke erkennt man, daß beide Öffnungen riesig in die Länge gezogen sind. Daher entspricht die gerade Strecke am Umrisse des Weichkörpers bzw. der Schalen dem Fußrande und dem Kloakensiphonalrande, der gebogene Abschnitt dem Atemsiphonalrande.

Wenn man die Längsschnitte (Taf. IX Fig. 38, 41) vergleicht, fällt uns die außerordentliche Ähnlichkeit des Darmverlaufes bei *Mytilus* und *Ostrea* auf. Zwischen beiden besteht bloß der Unterschied, daß

der Magenschenkel im ersten Falle über, im andern Falle unter dem analen Schließmuskel liegt. Leider ist mein Untersuchungsmaterial nicht vollständig genug gewesen, um der Formverwandtschaft näher nachzuspüren. Ich vermute, daß die Untersuchung der verschiedenen Austernarten noch viele interessante Verhältnisse aufdecken könnte.

Bekanntlich ist *Ostrea* durch den Mangel eines Pedalganglions ausgezeichnet. Wenn auch in diesem Falle die praktische Handhabe unserer Orientierung fehlt, so hindert das nicht im geringsten, an unserem Prinzip festzuhalten, da wir ja, wie schon erwähnt, einen ganzen Komplex von Merkmalen zur Orientierung benützen.

e. Gemeinsame Merkmale.

Die eben behandelten Monomyarier zeigen manche stilistisch interessante und von den für die erste Stilgruppe geschilderten Eigenschaften abweichende Züge, daß ich mit ein paar Worten darauf eingehen will. Zunächst fällt uns die andre Entfaltung der Körperabschnitte auf, nämlich das verhältnismäßig kleine Körpermassiv und das außerordentlich große Scaphium, die auch topographisch anders gelagert sind als bei Cardium. Das Hauptgewicht scheint auf die Ausbildung der hinteren Körperzone gelegt zu sein; denn der anale Schließmuskel bezeichnet den Bezirk großer transversaler Dickenentfaltung, während bei den Vertretern der ersten Stilgruppe eine zwischen den beiden Schließmuskeln und zwar unter dem Buckel liegende Region die stärkste transversale Aufblähung zeigt. Um den Buckel sind die Körperteile in einem gewissen Formengleichgewichte angeordnet, d. h. präumbonale und postumbonale Körperzone sind ungefähr gleichmäßig entwickelt. Bei den Monomyariern dagegen ist die ganze Mundzone vor dem Buckel verkürzt, die hinter ihm liegende übertrieben stark ausgebildet. Im Einklang mit der unbedeutenden Ausprägung der oralen Körperhälfte steht der Mangel des vorderen Schließmuskels, die geringe Entwicklung der in den Mantelraum median hereinragenden klöppelähnlich geformten Muskelhaube des Fußes.

In überwiegendem Grade ist dagegen das Scaphium ausgebildet, freilich nicht nur unter bzw. hinter dem Fuße, wie bei *Cardium*, sondern besonders anal und etwas dorsal, indem seine Höhle hufeisenförmig hinter dem Schließmuskel emporsteigt.

Die Unterdrückung der oralen Körperregion spricht sich auch darin aus, daß die Pedalkammer einen verhältnismäßig kleinen Ab-

schnitt des Scaphiums ausmacht. Der hinter dem Fuße folgende überaus geräumige Scaphialabschnitt entspricht der kleinen Siphonalkammer der ersten Stilgruppe. Den halbmondförmig den Schließmuskel umfassenden Teil des Scaphiums kann man als ein Mittel deuten, um die Körpergröße der Muscheln auf einer für die ganze Gruppe normalen Größe zu halten. So wird die auffallende Verkürzung des Körpermassivs wieder ausgeglichen und das Tier in analer Richtung durch Anfügen einer großen Mantelhöhle verlängert.

Was die Kiemen betrifft, so weicht ihre Lage insofern von den oben (S. 110) beobachteten Verhältnissen ab, als sie nicht auf dem Körpermassiv, sondern unter und hinter demselben liegen. Damit hängt der Mangel von Buckelnischen zusammen, die hier nicht als flache Ausläufer des Scaphiums am Körpermassiv aufsteigen.

Der Darm weist bei näherer Betrachtung dieselbe Gliederung auf wie in der ersten Stilgruppe, nur seine Lage zu den Körperachsen ist verschieden. Während bei den Formen der ersten Gruppe die annähernd parallele Richtung des Magenschenkels mit der Dorsoventralachse sich als allgemeine Regel zu erkennen gibt, zieht hier der Magenschenkel (und die mittleren Abschnitte des gesamten Darmtractus) der Sagittalachse des Körpers ziemlich parallel oder bildet nur einen sehr spitzen Winkel mit ihr und ist analwärts mächtig in die Länge gezogen; in diesem letzteren Umstand spricht sich wiederum die oben betonte, allgemeine Eigenschaft, nämlich die starke Streckung der postumbonalen Körperhälfte aus. Der Grad der Streckung der postumbonalen Zone und die Richtung des Magenschenkels stehen in einem bestimmten Verhältnis, das gesetzmäßig erscheint: Je stärker die Entfaltung der postumbonalen Zone ist, um so geringer wird die Neigung des Magenschenkels zur Sagittalachse, bis die parallele Richtung des Magenschenkels mit der Sagittalen erreicht ist. Als Beispiel zur Bestätigung dieses Satzes möge die Formenreihe: *Pecten*, *Avicula*, *Mytilus* dienen. Bei *Pecten*, wo die Streckung der hinteren Zone des Körpermassivs noch nicht übertrieben stark ist (wofür die nicht allzugroße Entfernung des analen Schließmuskels vom Magen spricht), ist der Magenschenkel schräg zur Sagittalen geneigt. Bei *Avicula*, wo die anale Streckung stärker wird, ist die Neigung geringer; schließlich bei *Mytilus*, wo der beträchtliche Abstand des hinteren Retractors vom analen Schließmuskel die stärkste Streckung erkennen läßt, läuft der Magenschenkel der Sagittalen des Körpers vollständig parallel.

VI. Aberrante Formen.

a. Lima.

Obwohl *Lima* (Taf. VIII Fig. 25, 26) fast allgemein zu den Pectiniden gerechnet wird, möchte ich für nähere Verwandtschaft dieser Art mit den Formen der ersten Stilgruppe eintreten.

Die sagittale Verkürzung des ganzes Tieres und die starke Entwicklung des hinteren Schließmuskels sind freilich Momente, welche sehr an die Pectiniden gemahnen, allein andre Eigenschaften weisen doch mehr auf den Bau von *Cardium* und seinen Verwandten hin. Das Scaphium ist verhältnismäßig geräumig, weil es weit unterhalb des Fußes herabhängt, aber ihm fehlt die große Entfaltung hinter dem Schließmuskel. Der Siphonalraum ist sogar sehr schmal und nur deshalb kenntlich, weil der Mantelspalt beim ruhig liegenden Tiere sehr weit klafft. Die Grenze der Mantelhöhle gegen das Körpermassiv ist durch eine gebogene »A«-förmige Winkellinie angedeutet. Längs des oralen Schenkels derselben entspringen die Mundlappen, längs des analen Schenkels die Kiemen. Man kann die Winkellinie mit einem gewissen Rechte als den Umriß einer freilich unbedeutenden Mantelnische betrachten, dieselbe dringt jedoch nicht bis zum Buckel vor und wird keine Buckelnische, weil die Buckelzone vollständig solide und von der Leber ausgefüllt ist. Die Kiemen entfalten sich zu beiden Seiten des Körpermassivs und des hinteren Schließmuskels, nicht unter diesem Teil, wie bei den Monomyariern.

An *Pecten* erinnern folgende Eigenschaften: der Eingeweidesack ragt in die Höhle des Scaphiums wie eine schmale transversal komprimierte Nase und die Muskelhaube hebt sich als fingerförmiger Fortsatz von ihm ab. Der Dichtungswulst springt als eine ziemlich breite Randkulisse in die Mantelhöhle vor und zeigt besonders im hinteren Ende eine starke Verbreiterung, welche medial zwischen Kiemen und Eingeweidesack tief in die Mantelhöhle einragt. Jedoch möchte ich diese Merkmale als analog, als Ausdruck der Schwimmfähigkeit einschätzen und den Wert der an *Cardium* gemahnenden Eigenschaften höher anschlagen. Der Umstand, daß das Lebermagenmassiv mächtig nach den Seiten vorspringt und kräftige, solide Buckel bildet, die durch eine tief einschneidende, breite Talfurche getrennt sind, spricht mehr für die Einreihung in die erste Stilgruppe. *Lima* fällt schon deshalb aus der Reihe der übrigen Monomyarier heraus, weil die Streckung der hinteren Körperzone fehlt, dagegen die orale Zone mächtig entfaltet ist. Der Darmverlauf zeigt diese Verhält-

nisse sehr deutlich. Für die orale Streckung spricht die überaus langgezogene Speiseröhre, für die anale Kürzung die Richtung des Magenschenkels, der nicht nur nicht, wie bei den übrigen Monomyariern, analwärts der Sagittalen annähernd parallel gerichtet ist, sondern sogar eine entschiedene Neigung oralwärts aufweist; für die Verkürzung der postumbonalen Zone zeugt auch der Umstand, daß Magen und analer Schließmuskel sich in dichtester Nachbarschaft befinden. Ein Blick auf die Tafel (Taf. IX Fig. 34, 42) wird die überraschende Ähnlichkeit von *Lima* und *Cardium* beweisen.

b. Hippopus.

Durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. P. N. van Kampen in Batavia gelangte das zoologische Institut Erlangen in den Besitz einer Anzahl gut konservierter Exemplare von *Hippopus maculatus* und *Tridacna elongata* und ich hatte noch das Glück, kurz vor dem Abschluß meiner Studien einige zu secieren und so aus eigener Anschauung den Bau dieser seltenen Tiere kennen zu lernen. Ein weiteres Exemplar, das wegen seiner Größe nur für eine unvollständige Längsschnittserie verwendet werden konnte, verdanke ich dem gütigen Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. Doflein, Konservators der zoologischen Staatssammlung in München.

Ich begrüßte die gute Gelegenheit mit besonderer Freude, weil die Schilderung und Deutung des Weichkörpers von *Tridacna*, welche K. Grobben (4) gegeben und A. Lang (6) im Lehrbuch der vergleichenden Anatomie wiederholt hatte, mir nicht recht verständlich schien. Der eigene Augenschein hat mich nun zu einer andern Ansicht bestimmt. Ich führe zunächst aus der Abhandlung von Grobben die zum Verständnis seiner Meinung notwendigen Sätze an:

S. 433. »Innerhalb der Schalen, welche beim ersten Anblick nach vorn und hinten vom Umbo wie die Schalen andrer Lamellibranchier gebildet zu sein scheinen, hat das Tier, was keinem der bisherigen Beobachter entgangen ist, eine ganz eigentümliche Lage. Der Eingeweidesack liegt hinter dem Umbo und erstreckt sich bogenförmig nach vorn und ventralwärts, sich dabei allmählich verschmälernd. Die Mundöffnung liegt dorsal hinter dem Umbo, die Afteröffnung ventral vom hinteren Adductor. Der Fuß scheint nach der Dorsalseite gekehrt. Die beiden Lappen des Mantels sind bis auf drei Öffnungen vollständig miteinander verwachsen. Die größte dieser Öffnungen ist der Fußschlitz zum Durchtritt des Fußes. Derselbe liegt vor dem Umbo und ist nach oben gekehrt; ihm entspricht der klaffende Schalenteil. Als zweitgrößte Öffnung erscheint die nach unten und vorn gekehrte Einströmungsöffnung. Die kleinste Öffnung ist die nach unten gerichtete Ausströmungsöffnung.

Der zwischen dem Körper und dem Mantellappen gelegene Mantelraum

wird durch eine Scheidewand in einen oberen (Einströmungs-) und unteren (Ausströmungs-)Abschnitt geschieden. Diese Scheidewand kommt dadurch zustande, daß die beiden Kiemen einerseits vor dem Fuße durch eine breite Membran untereinander vereinigt, und weiter nach hinten an den Fuß bzw. den Eingeweidesack mittels dieser Membran angewachsen sind, anderseits mit der Seite des Körpers verwachsen erscheinen. Vorn schließt diese Scheidewand an den Vorderrand der Verwachsungsstelle des Mantels zwischen Einströmungs- und Ausströmungsabschnitt an; die mediale und seitliche Verwachsungslinie zieht von hier gegen die Mundlappen wie bei andern Lamellibranchiern. Offenbar im Zusammenhang mit der eingetretenen Drehung des Eingeweidesackes ist jedoch diese Verwachsungslinie mit den Kiemen, andern Lamellibranchiaten gegenüber, weit gegen den Fuß hin verschoben, indem der Eingeweidesack zwischen den Kiemen nach hinten und unten gleichsam vorgedrängt erscheint. Durch diese eingetretenen Verschiebungen entsteht ein tiefer, lateraler Nebenraum der Mantelhöhle, welcher sich längs der Kiemen seitlich am Eingeweidesack hinaufzieht und an seinem oberen Ende mit einer blind geschlossenen Bucht endigt.

Zufolge der Drehung des Eingeweidesackes hat auch der unterhalb der Kiemen gelegene Teil der Mantelhöhle (Ausströmungsabschnitt) eine bedeutende Längenausdehnung erfahren, und zwar jene Partie desselben, welche unterhalb vom Schalenschließer gelegen ist und die bei andern Lamellibranchiern, wie bei den verwandten Cardien, dorsal vom hinteren Adductor liegt, sich jedoch nicht über denselben hinaus nach vorn ausdehnt. Diese Partie erscheint bei *Tridacna* als tiefe, um den ganzen Eingeweidesack sich hinaufziehende Ausbuchtung.«

Die bisher gegebene Orientierung des Körpers erscheint ihm nicht zutreffend.

»Bei Woodward und Vaillant finden wir die Tridacniden in der Weise Blainvilles orientiert, daß der Umbo der Schale nach oben zu liegen kommt und die oberste Spitze des Körpers bezeichnet, der Schloßrand schräg nach hinten abfällt, der klaffende Schalenrand nach unten gekehrt erscheint. Von dieser in der Regel geübten Orientierung weicht nur jene Pelseneers ab. Pelseneer orientiert die *Tridacna* derart, daß der Umbo der Schale nach vorn gerichtet erscheint, der Schloßrand nach aufwärts aufsteigt und der gezackte Schalenrand nach hinten sieht.

Schon bei der früher von den meisten Autoren gegebenen Orientierung des Körpers ergibt sich, daß das Tier von *Tridacna* im Vergleiche mit den übrigen Lamellibranchiaten eine weitgehende Lageveränderung erfahren hat. Der vordere Teil des Körpers ist verkürzt und kommt sogar hinter dem Umbo der Schale zu liegen, der hintere Abschnitt desselben ist nach vorn und unten gedreht, so daß die Afteröffnung und Einströmungsöffnung des Mantels nach vorn sehen. Aus dem Verlaufe der Kiemen ist am deutlichsten die eigentümliche Lageveränderung des Tieres zu erkennen.

Unter Berücksichtigung der eingetretenen Lageveränderung scheint mir jene Orientierung des Tieres die richtigste zu sein, bei welcher der Schloßrand der Schale horizontal oder annähernd horizontal gerichtet wird. Es geht bei dieser Art der Orientierung auch am klarsten die Verschiebung des Eingeweidesackes nach hinten, sowie die Drehung desselben nach vorn und unten hervor. In dieser Weise sind auch die beigegebenen Abbildungen orientiert.«

Mir scheint nun der Gedanke, daß der Weichkörper einer Muschel innerhalb der Schale eine weitgehende Lageveränderung erfahren hat, naturwidrig und nicht notwendig. Denn ich halte die Schalen für einen integrierenden Bestandteil des Tieres, der mit dem Mantel, dem Schloßkamm, den Schließmuskeln, dem Dichtungsstreifen untrennbar verbunden ist, so daß der Weichkörper seine Lage innerhalb der Schalen unmöglich ändern kann. Man darf sich eben durch das unerwartete Verhältnis zwischen Schalenform und Topographie der Organe bei *Tridacna* und *Hippopus* nicht verblüffen lassen und muß zugleich mit der Schale den Weichkörper, am besten an einem Medianschnitt (Taf. IX Fig. 45 und Taf. VIII Fig. 29) und an einem zur Hälfte ausgelösten Tier studieren. Dann erkennt man, daß das Scaphium ungemein stark entwickelt und das Körpermassiv statt sagittal transversal breit ist.

Die geräumige Mantelhöhle erinnert zunächst an die Verhältnisse bei *Avicula* und *Pecten*, aber bei genauerem Zusehen fallen doch wieder Unterschiede auf. Ganz besonders kommt hier in Betracht, daß die Mantelhöhle nicht hinter dem analen Schließmuskel, sondern unter dem Körpermassiv entwickelt ist. Auch die Kiemen dehnen sich nicht in die Mantelhöhle aus. Sie bilden bloß niedrige Wülste zu beiden Seiten des Körpermassivs und hören unterhalb des einzigen analen Schließmuskels auf. Eigentümlich ist ferner der weite Nebenraum der Mantelhöhle, welcher hinter dem Schließmuskel längs des Herzbeutels bis zur Schloßleiste emporsteigt. Zur Umfassung der weiten Mantelhöhle ist die Scaphialwand selbstverständlich mächtig ausgedehnt. Daher tritt gegen den hohlen Abschnitt das eigentliche Körpermassiv ebenso unscheinbar zurück, wie z. B. bei *Pecten*, mit welcher Art die allgemeine Anordnung der Organe übrigens eine sehr große Ähnlichkeit besitzt, wovon ein Blick auf die Tafel (Taf. IX Fig. 45, 47) überzeugt. Die auffallende Übereinstimmung in der Richtung der Speiseröhre, in der Lage von Magen, Herz, Niere, After zeigt, daß sich *Tridacna* zwanglos in den Rahmen meiner Orientierung einfügt, und daß es bei weitem nicht das abnorm gestaltete absonderliche Tier ist, für das es bisher gehalten wurde.

Der Längsschnitt (Taf. IX Fig. 45) zeigt die ungleichmäßige Ausbildung der Körperzonen sehr deutlich. Während man sonst gewohnt ist, den freien Klaffrand der Schale unterhalb des Fußes in einer gekrümmten Bogenlinie ausgebildet zu sehen, ist hier dieser Rand ziemlich gerade ausgezogen und der größere, stärker ge-

krümmte Abschnitt des Schalenrandes entspricht lediglich dem Siphonalabschnitt, der hier eine ungeheure Ausdehnung angenommen hat. Zum Beweis braucht man bloß den Teil des Mantelrandes anzuschauen, welcher dem gebogenen Schalenrand anliegt (Taf. VIII Fig. 28), dann sieht man an diesem die beiden Öffnungen des Atem- und Kloakensiphos. Also kann dieser Abschnitt gar nichts anderes, als der Siphonalabschnitt des Scaphiums sein. Der Fußabschnitt ist durch die dritte Öffnung gekennzeichnet, welche den Austritt des Fußes gestattet.

Statt einer Lageveränderung des Weichkörpers kann ich lediglich eine Formverschiedenheit desselben gegenüber andern Muschelarten konstatieren (Taf. IX Fig. 45). Das Körpermassiv und das Scaphium ist abweichend von allen andern oben studierten Beispielen (Taf. IX Fig. 34—47) gestaltet. Die Scaphialhöhle ist hauptsächlich unter dem Massiv, nicht hinter dem Schließmuskel entwickelt und der Siphonalrand des Scaphiums ist ungeheuer ausgedehnt, so daß Kloaken- und Atemsipho viel weiter voneinander entfernt stehen, als es sonst die Regel ist.

VII. Schlußwort.

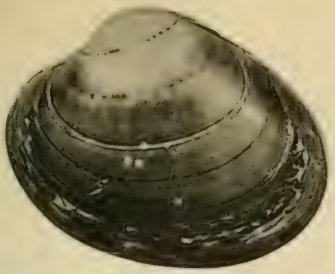
Zum Schlusse will ich das Ziel und Resultat meiner Arbeit kurz beleuchten. Es ist nicht mehr nötig, den Fehler der älteren Versuche hervorzuheben, welche die Muscheln nach physiologischen Gesichtspunkten orientierten und mittels eines Hauptmerkmales — sei es nun die Zahl der Muskeln, die Form des Fußes, die Struktur des Schlosses oder die Beschaffenheit der Kiemen — größere Verwandtschaftsgruppen bildeten; denn über diese ersten Anfänge sind wir längst hinausgeschritten. Ich glaube aber gezeigt zu haben, daß auch die ausschließliche Beschäftigung mit den leeren Kalkschalen oder ihrem Schlosse — wenigstens soweit man sie zu systematischen Begriffen ausnützen will — der Vergangenheit angehören und höchstens im Kreise der sammelnden Liebhaber noch eine Rolle spielen wird. Die starren Muschelklappen gewinnen erst eine verständliche und wissenschaftlich interessante Sprache, wenn man den Weichkörper benützt, um ihre gemeinsamen Eigenschaften aufzusuchen. Bei unsern morphologischen Studien handelte es sich nicht darum, die Gestalt der Muschelschalen zu erfassen — das haben tüchtige Beobachter vor Jahrzehnten ausgiebig besorgt —, sondern den Wert der Formmerkmale durch vergleichende Betrachtung

zu messen. Hier kann allein das Studium des Weichkörpers vorwärts führen. Während unser Auge haltlos über die Schalenfläche und den Schalenrand hingleitet, bietet die Kielzone des Scaphiums genug Ruhepunkte, von welchen aus man den Vergleich ziehen kann. Aber es wäre einseitig, nur auf diesen marginalen Merkmalen zu fußen. Wenn man einmal anfängt, die Weichteile zur morphologischen Deutung der Schalenform auszunützen, so muß man ganze Arbeit tun und die gesamte Organisation der Muscheln ins Auge fassen. Nach meinem Ermessen ist die einheitliche Vorstellung, welche ich auf den Rat und mit Hilfe meines verehrten Lehrers, Professors Fleischmann, im dritten Kapitel entwickelte, fruchtbar gewesen. Die Form und Größe des Scaphiums, der Buckelnische, die Topographie der Kiemen, Mundlappen, der Siphonalgegend, des Darmes haben sich als guter Maßstab zur Beurteilung der Körperform und damit auch ihres äußeren Kalkabgusses, der Schalen, erwiesen. Ich konnte wahrscheinlich machen, daß mit dem hergebrachten Satze: »Schloß = Schloß« und »Schalenrand = Schalenrand« vollständig gebrochen werden muß. Schloßkamm, Buckel und Mantelrand sind nicht direkt homolog, sondern Teile des Weichkörpers, welche in sehr verschiedener Lage, Richtung und Ausdehnung entwickelt werden.

Ich bin mir freilich zu meinem eignen Leidwesen wohl bewußt, daß ich die Lösung der mir gestellten Aufgabe bloß angebahnt habe. Umfangreiche Untersuchungen werden später einmal Klarheit schaffen. Dazu ist ein reichhaltigeres Material erforderlich, als uns zu erhalten möglich gewesen ist. Die Stationen auf Helgoland und in Neapel haben zwar die dort einheimischen Arten in gut konservierten Exemplaren und in der bestellten Menge geliefert, jedoch unsre Hoffnung, von den tropischen Formen ausreichend viele Tiere zu erwerben, hat sich nicht erfüllt. So bleibt andern noch genug Arbeit übrig, wie ja überhaupt jede Aufgabe sich erweitert, sobald die ersten Fragestellungen erledigt sind. Ich bescheide mich mit dem Gedanken, daß ich einen neuen Weg der Betrachtung zeigen durfte, und hoffe, daß andre ihn mit Erfolg beschreiten.

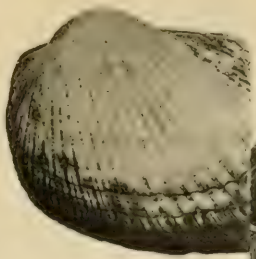
Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Fleischmann für das große Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, und für die unermüdliche Unterstützung, die er mir angedeihen ließ, meinen herzlichsten Dank zu sagen. Auch Herr Privatdozent Dr. E. Zander, dessen wertvoller Hilfe auf technischem Gebiete ich mich erfreuen durfte, hat mich

Fig. 1.



Cytherea

Fig. 2.



Arca

Fig. 13.

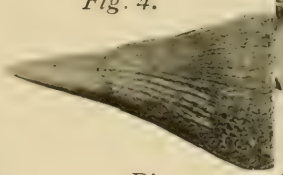
l

Psammobia

Fig. 3.

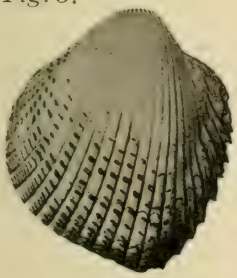
Mytilus

Fig. 4.



Pinna

Fig. 5.

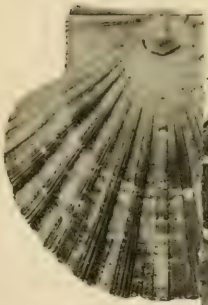


Cardium

Fig. 6.

Cardium cardissa

Fig. 7.



17.

Pecte

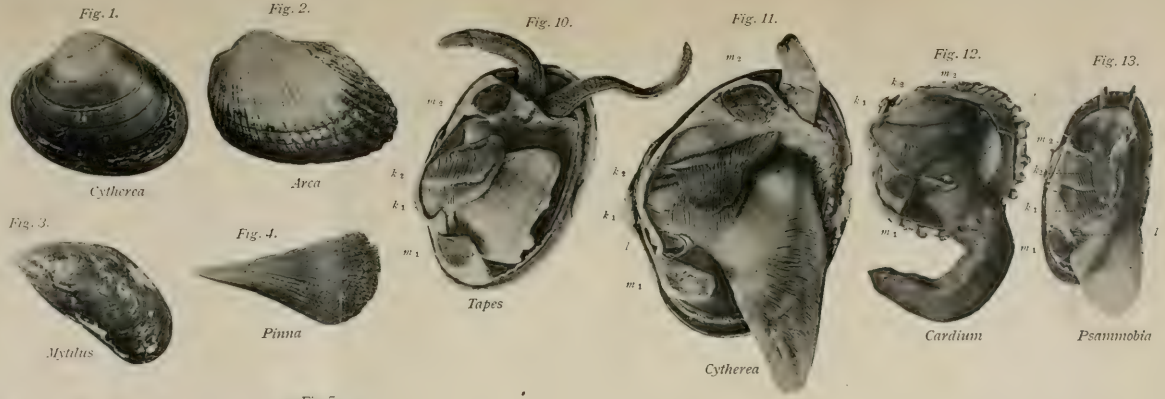
Fig. 8.

Tridacna

Fig. 9

ellina

Hippop



R. Schwarz photogr.

Lichtdruck von C. G. Roder G. m. b. H., Leipz

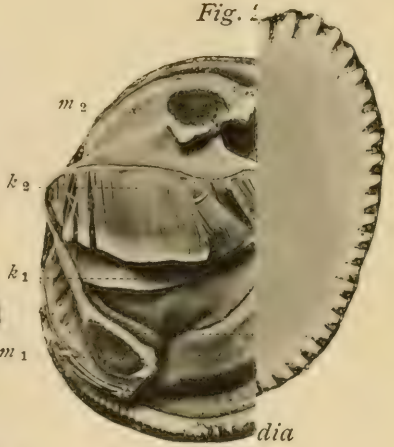
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Fig. 19.

Arca

Fig. 30.

Fig. 2



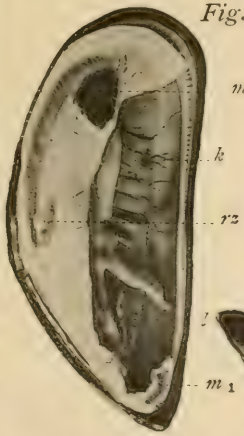
dia

Pectuncul

Fig. 18.

Cytherea

Fig. 22.



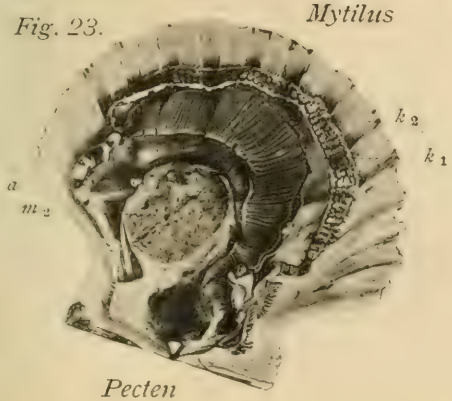
Mytilus

Fig. 31.

Fig. 24

Avicu

Fig. 23.

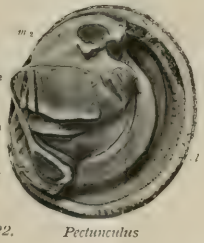


Pecten

Fig. 19.

Arca

Fig. 20.



Pectunculus

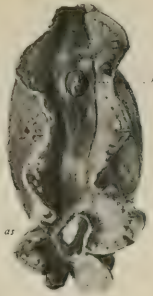
Fig. 21.

Unio

Fig. 27.

Hippopus

Fig. 28.



Tridacna

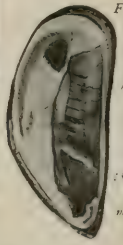
Fig. 30.

Anomalocardia

Fig. 18.

Cytherea

Fig. 22.



Mytilus

Fig. 24.

Avicula

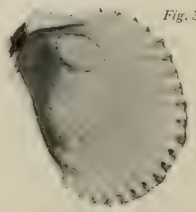
Fig. 25.

Lima

Fig. 29.

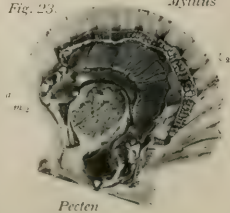
Hippopus

Fig. 31.



Lima

Fig. 23.

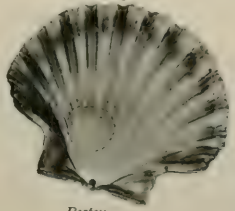


Pecten

Fig. 26.

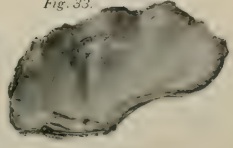
Lima

Fig. 32.



Pecten

Fig. 33.



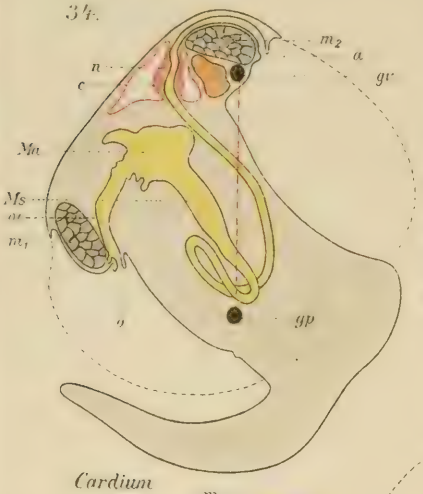
Tridacna

R. Schwarz photogr.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Lichtdruck von C. G. Roder G. m. b. H., Leipz

34.

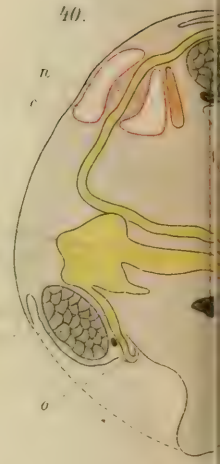


Cardium

37.

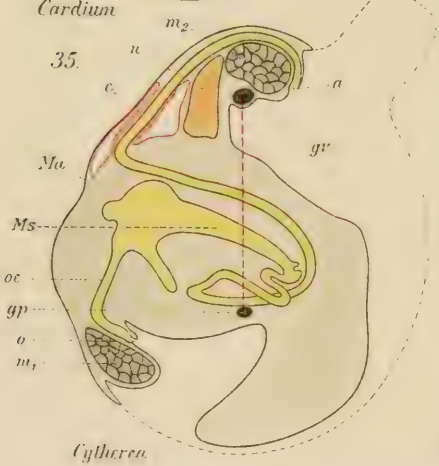
Astarte

40.



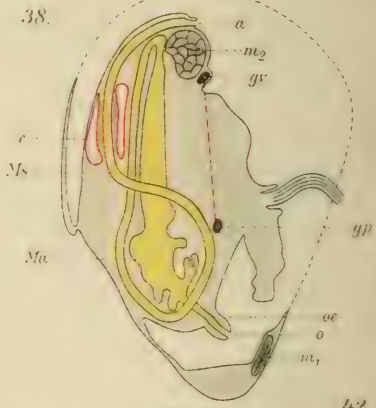
Pectuner

35.



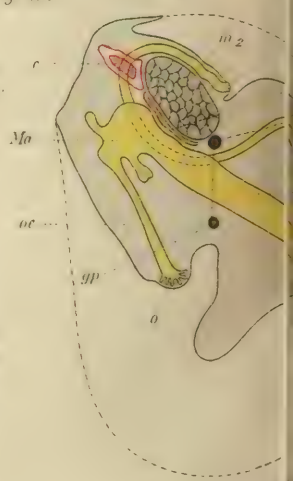
Cytherea

38.

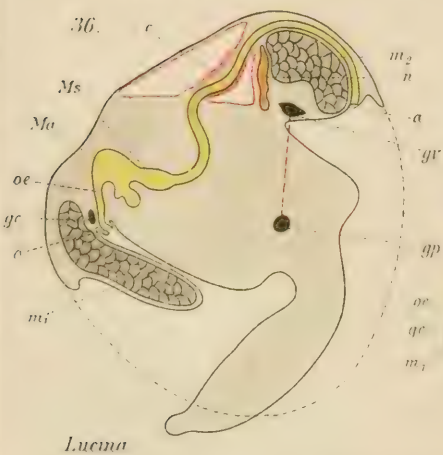


Mytilus

42.



36.



Lucina

39

Anodonta

Lith. Anst. v. Johannes Arndt, Jena.

zu großem Danke verpflichtet, desgleichen Herr Prof. Dr. Doflein, Konservator der zoologischen Staatssammlung in München, dem ich die liebenswürdige leihweise Überlassung einer Reihe prächtiger Exemplare von Muschelschalen verdanke.

Literaturverzeichnis.

1) H. M. Ducrotay de Blainville, Manuel de Malacologie et de Conchyliologie. Paris 1825—1827.
2) H. G. Bronn, Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere. Bd. III. I. Abth.: Kopflose Weichthiere. Leipzig und Heidelberg 1862. S. 327.
3) M. G. P. Deshayes in Georges Cuviers »Le règne animal«. Les Mollusques.
4) K. Grobben, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Tridacniden. Denkschr. der kais. Akademie der Wiss. Wien. Math.-nat. Klasse. Bd. LXV. 1898.
5) Lacaze-Duthiers, Mémoire sur l'organisation de l'Anomie. Annal. d. scienc. nat. IV. sér. Tom. II. 1854.
6) A. Lang, Vergleichende Anatomie. 2. Aufl. Bd. III. I. Lief. Mollusca. 1900.
7) K. v. Linné, Systema naturae. Tom. I. Pars II. pag. 1070.
8) M. Neumayr, Beiträge zu einer morphologischen Einteilung der Bivalven. Denkschr. der kais. Akademie der Wiss. Wien. Math.-nat. Klasse. Bd. LVIII. 1891.
9) Alcide d'Orbigny, Quelques considérations sur la station normale comparative des Animaux Mollusques Bivalves. Annal d. scienc. nat. II. sér. Tom. XIX.
10) P. Pelseneer, Introduction à l'étude des Mollusques. Annal. d. la société malacologique de Belgique. Tom. XXVII (IV. sér. Tom. VII). 1892.
11) Pictet, Traité de Paléontologie. Tom. III. Paris 1853—1857.
12) W. Stempell, Beiträge zur Kenntnis der Nuculiden. Zoolog. Jahrbücher. Supplement 4. 1898.
13) L. Vaillant, Recherches sur la famille des Tridacnidés. Annal. d. scienc. nat. V. sér. Tom. IV. 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII—IX.

Gemeinsame Buchstabenbezeichnung.

a After,
as Atemsipho,
c Herz,
gc Ganglion cerebrale,
gp Ganglion pedale,
gv Ganglion viscerale,
k_1 innere Kieme,
k_2 äußere Kieme,
ks Kloakensipho,
l Mundlappen,
m_1 oraler Schließmuskel,
m_2 analer Schließmuskel,

Ma Magen,
mf Mantelfurche,
Ms Magenschenkel,
ms Mantelschlitz,
n Niere,
o Mund,
oe Speiseröhre,
rz hinterer Rückziehmuskel des Fußes,
sk Schloßkamm.

Tafel VII.

Fig. 1—9. Seitenansichten der Schalen verschiedener Arten.

Fig. 1. *Cytherea Chione.* (4/5.)
Fig. 2. *Arca barbata.* (4/5.)
Fig. 3. *Mytilus edulis.* 4/5.)
Fig. 4. *Pinna nobilis.* (4/5.)
Fig. 5. *Cardium edule.* (3/5.)
Fig. 6. *Cardium cardissa.* (3/5.)
Fig. 7. *Pecten jacobaeus.* (4/5.)
Fig. 8. *Tridacna squamosa.* (4/5.)
Fig. 9. *Hippopus maculatus.* (4/5.)

Fig. 10—17. Linke Seitenansicht verschiedener Muschelarten, deren linke Schale und linker Mantellappen entfernt wurde.

Fig. 10. *Tapes decussatus.* (1/1.)
Fig. 11. *Cytherea Chione.* (1/1.)
Fig. 12. *Cardium tuberculatum.* (1/1.)
Fig. 13. *Psammobia vespertina.* (1/1.)
Fig. 14. *Artemis exoleta.* (1/1.)
Fig. 15. *Venus verrucosa.* (1/1.)
Fig. 16. *Mactra stultorum.* (1/1.)
Fig. 17. *Tellina nitida.* (1/1.)

Tafel VIII.

Fig. 18. Schloßkamm von *Cytherea Chione.* (1/1.)

Fig. 19—25. Linke Seitenansicht verschiedener Muschelarten, deren linke Schale und linker Mantellappen entfernt wurde.

Fig. 19. *Arca barbata.* 1/1.
Fig. 20. *Pectunculus bimaculatus.* (1/1.)
Fig. 21. *Unio batavus.* (1/1).
Fig. 22. *Mytilus edulis.* (1/1.)
Fig. 23. *Pecten jacobaeus.* (1/1.)
Fig. 24. *Avicula hirundo.* (1/1.)
Fig. 25. *Lima hians.* 1/1.)
Fig. 26. *Lima hians*, von der Siphonalseite gesehen. (1/1.)
Fig. 27. *Hippopus maculatus*, ohne Schalen.
Fig. 28. *Tridacna squamosa*, Siphonalgegend. (1/1.)
Fig. 29. Medianschnitt durch *Hippopus maculatus.* (1/1.)
Fig. 30—33. Vier verschiedene Schalen (Innenansicht) in der neuen Orientierung.
Fig. 30. *Anomalocardia scapha.* (1/1.)
Fig. 31. *Lima squamosa.* (1/1.)
Fig. 32. *Pecten jacobaeus.* (1/1.)
Fig. 33. *Tridacna squamosa.* (1/1.)

Tafel IX.

Fig. 34—47. Ideale Längsschnitte durch den Weichkörper verschiedener Muschelarten.

Fig. 34. *Cardium papillosum.* (10/1.)
Fig. 35. *Cytherea rudis.* (7/1.)
Fig. 36. *Lucina lactea.* (6/1.)
Fig. 37. *Astarte fusca.* (5/1.)
Fig. 38. *Mytilus edulis.* (5/1.)
Fig. 39. *Anodonta cellensis.* (8/1.)
Fig. 40. *Pectunculus bimaculatus.* (5/1.)
Fig. 41. *Ostrea plicata.* (7/1.)
Fig. 42. *Lima hians.* (4/1.)
Fig. 43. *Nucula nucleus.* (6/1.)
Fig. 44. *Leda commutata.* (7/1.)
Fig. 45. *Tridacna squamosa.* (1/1.)
Fig. 46. *Avicula hirundo.* (10/1.)
Fig. 47. *Pecten opercularis.* (6/1.)

Die Varietäten der Musculi peronaei beim Menschen und die Mm. peronaei bei den Säugetieren.

Ein morphologischer Beitrag.

Von

G. P. Frets,

Prosektor am anatomischen Institut in Leiden.

Mit 18 Figuren im Text.

Zweiter Teil[1].

Die bekannte Arbeit Ruges über die Extensorengruppe der hinteren Extremitäten bei den Säugetieren (1878 b) ist die unmittelbare

[1] Der erste Teil erschien in Petrus Camper, Bd. IV, Lief. 4, S. 545—586, mit 8 Figuren im Text; ist referiert von Dr. J. Boeke im Centralbl. für normale Anatomie usw. 1907. Bd. IV. Heft 11. S. 327.

Der kurze Inhalt des ersten Teiles ist folgender: a. Beschreibung von fünf Fällen des M. peronaeus quartus Otto; bei einem Objekte wurde die Innervation aus dem N. peron. superf. festgestellt (Fig. 1). b. Literaturübersicht der Varietäten der Mm. peronaei beim Menschen. c. Vergleichend-anatomische Untersuchung. Es wurden präpariert: *Cynocephalus leucophaeus* (Fig. 2); *Semnopithecus pruinosus* (Fig. 3) und *Cercopithecus*; *Simia satyrus* (Fig. 4); *Cebus robustus* (Fig. 5); *Stenops tardigradus* (Fig. 6), *Nycticebus* (Fig. 7) und *Tarsius spectrum* (Fig. 8). d. Resultate. Bei den Affen finden sich zwei Formen eines M. peronaeus digiti V:

1) Ein M. peron. dig. V superior bei den Catarrhinen und den Prosimiae.
2) Ein M. peron. dig. V posterior bei den Platyrrhinen, Anthropoiden und beim Menschen.
3) Beide Formen sind auf dem Wege der Reduktion und verfolgen hierbei ihren eignen Weg.
4) Die vielen Formen der Varietäten der Mm. peronaei beim Menschen können — die Auffassung Testuts erweiternd und dieselbe Grubers widerlegend — als M. peron. dig. V post. in verschiedenem Grade der Rückbildung gedeutet werden.
5) Der M. peron. tert. gehört zu der Extensorgruppe und es würde zweckmäßig sein, denselben mit Theile M. extensor tarsi fibularis zu nennen.

Veranlassung zu der Fortsetzung meiner Untersuchung; während derselben zeigte sich dann ein selbständiger Zweck.

Ich habe die Deutung Ruges des M. extensor brevis der Säugetiere, als einen nach dem Fußrücken gewanderten M. peronaeus, geprüft, indem ich viele Säugetierformen untersuchte. Wie aus meinen hier mitgeteilten Befunden hervorgeht, kann ich dessen Auffassung nicht bestätigen. Schon die Innervation des M. extensor brevis vom N. peron. prof. und die der Mm. peronaei vom N. peron. superfic. bieten Schwierigkeiten für Ruges Deutung dar.

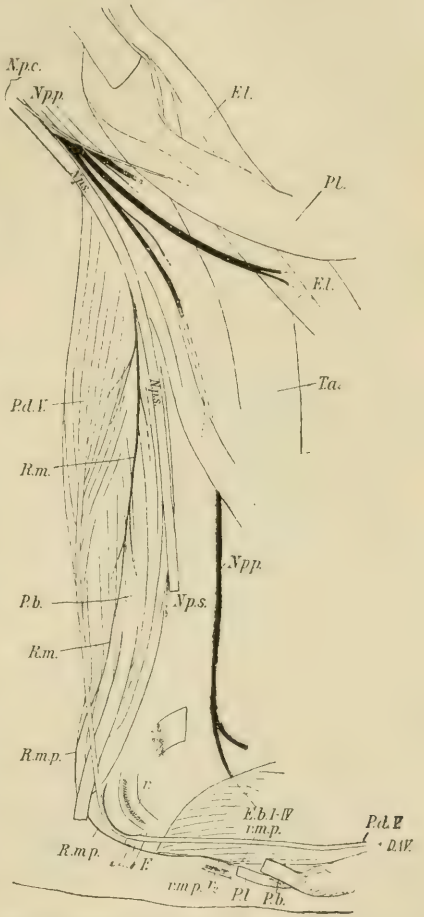
Die Tatsachen, welche von Ruge und andern mitgeteilt sind, und die, welche ich hinzufügen kann, machen es — wie sich zeigen wird — nötig, die Theorie Ruges zu verlassen und eine andre anzunehmen.

Die Namen N. peronaeus profundus und N. peronaeus superficialis werden nicht immer in gleichem Sinne gebraucht. Wohl nennt man allgemein den Ast, welcher zwischen dem M. tibialis ant. und dem M. extensor hallucis long. nach dem Fußrücken verläuft, N. peron. prof. und den Ast, welcher zwischen dem M. peronaeus brevis und dem M. ext. dig. long. an die Oberfläche kommt, N. peron. superf. oder Hautast des N. peron. superf., aber die Äste für die Mm. peronaei und die Extensoren berücksichtigt man nicht immer bei diesen Nerven. Ich meine — in Anschluß an diese Untersuchung —, daß dies doch möglich sei, und gebrauche die Namen in dem Sinne, daß der N. peronaeus communis sich in der Höhe der lateralen Seite des Fibula-Kopfes in den N. peron. prof. und den N. peron. superfic. trennt.

Ich beginne mit den **Carnivoren**. Dieselben sind oft untersucht, von Meckel (1828, S. 625 mehrere Arten), Cuvier (1849), Strauss-Dürckheim (1845), Ruge (1878b), Testut (1884, S. 745), Haughton (1864), Devis (1868), Humphry (1868), Macalister (1873), Young (1879), Ellenberger und Baum (1891), Windle und Parsons (1898) u. a. Sie fanden alle drei Mm. peronaei, den M. peron. long., brev. und dig. V und den M. ext. brev. I—IV. Bei *Hyaena* (S. 625) findet Meckel den M. per. dig. V und den Per. brev., welcher einen Sehnenzipfel zur Außenseite der Sehne des langen Streckers schickt. Gruber (1886, S. 69, 71) fand bei *Hyaena crocuta* einen M. per. dig. V mit einer Sehne für die 4. und 5. Zehe. Watson und Young (1879) fanden bei *Hyaena crocuta* den Per. dig. V als einen Zipfel der Sehne des Per. brev. Windle und Parsons (1897 und 1898) »have more

or less complete accounts of 79 animals«; sie untersuchten auch *Hyaena striata* und referieren über 5 Exemplare aus der Literatur. In diesen Fällen wurde kein Sehnenzipfel für die 4. Zehe gefunden. Watson (1882, S. 585) teilt mit, daß bei *Proteles* der M. ext. brev. nur zwei Bäuche für die 2. und 3. Zehe habe, *Hyaena croc.* drei für die 2., 3. und 4. Zehe. Windle und Parsons (1898, S. 167) fanden bei *Herpestes* einen M. ext. brev. »with slips to all five toes« (Fig. 3), und den M. per. dig. V. Bei *Hyaena* und einmal bei einem Hunde wurde von diesen Autoren »a feeble slip to the 5th toe« gefunden. Auch bei den Carnivoren ist also der M. ext. brev. ein variabler Muskel. Viele neuen Untersuchungen sind hier nicht nötig; nur auf einige Punkte will ich eingehen.

Fig. 1.



Felis domestica. Der M. peron. long. ist nach vorn gezogen; sein Nervenast verläuft oberflächlich über den N. per. prof. hinweg und tritt in den N. per. superf. Der N. per. prof. verläuft in (= = = =) und unter (:::::) dem M. tib. ant. r_1 und r_2 Rinnen für den M. per. long.; *R m.p.* Ramus muscularis posterior. Die Sehnen des Per. brev. und des Per. long. sind abgeschnitten. Vergr. 2/1 × 1/2 (d. h. die Zeichnung war 2mal vergrößert, die Reproduktion nach dieser 2mal verkleinert).

Ruge fand einen merkwürdigen Verlauf des Nervenastes für den M. peron. brev. und M. per. dig. V. Er schreibt: »Der Ast tritt hinter dem Mall. ext., bedeckt von den Sehnen der tiefen Peronealmuskulatur, zur Seitenfläche des Calcaneus. Auf dem Fußrücken dringt der Nerv am Seitenrande des Ext. brev. ein, versorgt diesen und endet etwa in der Mitte des Metatarsus im vierten Spat. intermetat.« »So waren die Verhältnisse bei *Felis domest.*, *Meles* und *F. leo*; bei *Mustela* und *Canis famil.* endete der Nerv. proximal vom Mall. lat.« Ruge geht auf diese abweichenden Verhältnisse nicht

näher ein. Doch sind sie sehr interessant, denn die Innervation eines Muskels von zwei Nerven ist nach Ruge, Gegenbaur u. a. der Ausdruck dafür, daß er aus zwei Teilen entstanden ist, oder nach Gadow (1882, S. 514) und Cunningham (1882) er auch ein primitives Verhalten ausdrücken kann.

An frisch konserviertem Material von der Katze fand ich auch stets diesen Ast, er teilt sich schließlich in zwei feine Äste, von welchen der eine sich an das Periost des Proc. trochl. calc. (Fig. 1 *r.m.p.*) heftet, der andre in den M. ext. brev. eintritt (Fig. 1 *r.m.p.*).

Weiter untersuchte ich *Mustela putoria* und *Mustela vulgaris*.

Mustela putoria. Die Trennung des N. peron. comm. in N. peron. superf. und N. per. prof. erfolgt zwischen dem M. peron. l. und Per. dig. V.

Muskeln. Der M. peron. long. ist einköpfig, entspringt vom Capitul. fibulae und von der Fasc. cruris; er ist nicht stark, die Sehne verläuft über der Vorderfläche des Mall. lat., dort von einem Ligamenten festgehalten, sie geht in die Fußsohle, inseriert sich an der Basis des Metat. I und mit einem Zipfel am Metat. V.

M. peron. brev., ein starker Muskel, entspringt von der Fibula und vom Sept. intermusc. fibul. ant. (Fig. 2 *e*). Die Sehne verläuft hinter dem Mall. lat. zum Metat. V. Oberflächliche Fasern dieser Sehne fixieren die Sehne des M. per. dig. V sup., bilden für diese eine Schleife (Fig. 2 *d*).

M. peron. dig. V entspringt proximal von der Fibula (Fig. 2 *P.d.V.*); die Sehne liegt zusammen mit der des Brevis hinter dem Mall. lat., auf dem Fußrücken an der medialen Seite derselben; sie geht in die Dorsalaponeurose der fünften Zehe über. An der Hinterseite der Fibula folgen nacheinander die Ursprünge des Per. long., Per. dig. V und Per. brev. Letzterer reicht distal bis zum fünften Fünftel der Fibula; vorn kommt sein Ursprung nicht so weit.[1]

---

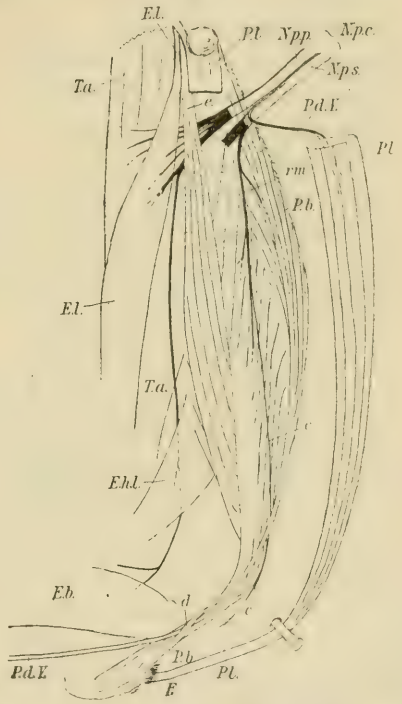
[1] Von *Mustela* beschreibt Ruge (1878 b, S. 618, Fig. 19 *m*) einen Muskel, »welcher eng mit dem Ext. brev. dig. V zusammenhing und sich selbständig an der hinteren und seitlichen Fläche des Mall. ext. befestigt. Seinem ganzen Charakter nach ist der Muskel ein in der Insertion selbständig gewordener Teil des kurzen Streckers der fünften Zehe«. Ich untersuchte, wie gesagt, *Mustela putoria* (s. *Putorius foetida*), Fig. 2, und *Mustela vulgaris* (s. *Putorius vulgaris*) und fand diesen Muskel nicht; auch andre Autoren, Meckel und Parsons, beschreiben denselben nicht. Er ist also als eine Varietät des M. peron. dig. V. aufzufassen. Nicht zu verwechseln mit demselben ist der M. Soleus, welcher bei *Mustela* sehr klein ist. Dieser entspringt mit einer Sehne von der Fascie, welche den M. gastrocnemius bedeckt, und mit einigen Bündeln in der Mitte

M. tibialis ant. ist ein starker Muskel; er entspringt mit einem Kopfe von der lateralen oberen Seite der Tibia und von der Fasc. crur., mit dem zweiten Kopfe von den oberen drei Fünfteln der medialen Seite der Fibula und ganz oben auch von der Membr. inteross. Beide Köpfe liegen nebeneinander, die Fasern verlaufen in derselben Richtung. Der zweite Kopf ist bedeckt vom M. ext. dig. l. und grenzt distal an den M. ext. hall. l. Der Muskel hat eine Sehne, welche unter dem Lig. transv., einem kräftigen Bande, verläuft, welches medial an den Mall. medial. tibiae und lateral an den Schaft der Fibula 2 cm oberhalb des Mall. lat. geht. M. tib. ant. und M. ext. hall. l. liegen zusammen in einem Fache; er inseriert am Metat. I.

M. ext. hall. long. ist ein zarter Muskel, welcher distal vom vorigen von der medialen Seite der Fibula entspringt und sich mit feiner Sehne am ersten Glied des Hallux inseriert. Er wird vom N. peron. prof. durchbohrt, welcher ihm einen Ast gibt. Der Zusammenhang vom M. ext. hall. l. und M. tib. ant. ist ein enger, die Fasern verlaufen in derselben Richtung.

M. ext. digit. long. entspringt mit einer Sehne von der Vorderseite des Condylus lateralis femoris. In der Höhe des Capitul. fibul. wird der Muskelkörper gebildet. Im Endverlauf teilt der Muskel sich in zwei

Fig. 2.



Mustela putoria. Der M. per. l. ist durchgeschnitten, der M. per. dig. V ist nach außen gezogen. Vergr. 2/1 × 1/2.

der lateralen Seite der Fibula. Der dünne Muskelkörper inseriert sich an der oberen Fläche des Calcaneus gerade vor und nach innen von der Insertion der Tendo Achilles. Bei *Mustela vulgaris* findet die Insertion auch teilweise in dieser Sehne statt. Der Muskel liegt außerhalb des Lig. fib. post., direkt auf dem M. peron. dig. V. Vgl. auch MECKEL, Syst. III, S. 633 und PARSONS (1898, S. 169).

Bäuche; aus dem lateralen entsteht eine Sehne, aus dem medialen entstehen mehrere Sehnen. Auf dem Fußrücken treten sie zusammen in ein Sehnenblatt, aus welchem schließlich vier Sehnenzipfel für die vier äußeren Zehen hervorgehen. Unter dem Lig. transv. liegt der Muskel in einem eigenen Fache.

M. ext. dig. brev. entspringt vom Fußrücken und bildet drei Muskelbäuche für die zweite, dritte und vierte Zehe. Für die erste Zehe fehlt ein Bauch. Der Fußrücken war jedoch ein wenig beschädigt. Der Muskel ist bedeckt von einer Fascie, welche lateral den Muskel von den Peronaei trennt.

Innervation: N. peron. prof. Für die Verzweigung des N. peronaeus s. Fig. 2; der Ramus muscularis posterior des N. peron. superfic. verläuft (Fig. 2*c*) auf der Hinterseite des M. peron. brev. und endet in der Gegend des Malleolus lat.

Hautnerven. Vor der Trennung des N. ischiadicus am proximalen Ende der Fossa poplit. geht der N. cut. sur. lat. ab. Später, nach der Trennung entsteht ein stärkerer Ast, N. cut. sur. med. vom N. tibialis. Dieser verläuft auf der äußeren Fläche des Gastrocnemius bis zur Außenseite des Fußes; der N. saphenus geht bis zu der medialen Seite desselben.

Die Verhältnisse bei *Mustela vulgaris* sind die gleichen wie bei *Mustela putoria*. Vom Ext. brevis geht eine feine Sehne für die erste Zehe ab. Der Ramus musculus post. verläuft in dem M. peron. brev., kommt in dessen distalem Teil zur Oberfläche und endet hier.

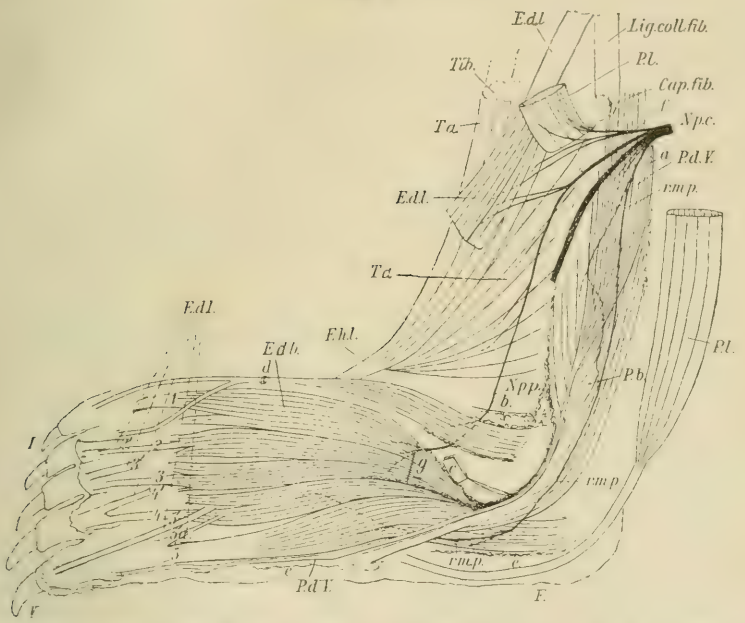
Bei den Carnivoren nehmen die Ursprünge der Mm. peronaei einen andern Platz ein als bei den Primaten, bei welchen wieder verschiedene Ursprünge bestehen für den M. peron. dig. V beim Menschen, bei den Anthropoiden, Platyrrhinen, Catarrhinen und Prosimiae. Der M. per. dig. V bei den Carnivoren ist ein M. per. dig. V superior, aber wo hier der M. per. long. einköpfig ist und der M. per. dig. V teilweise den Platz des hinteren Kopfes des Per. long. einnimmt, ist es wahrscheinlich, daß der M. per. dig. V aus dem Muskelmaterial dieses Kopfes besteht. Es liegen also Anhaltspunkte vor für die Auffassung, daß das Muskelmaterial für die Mm. peronaei sich bei den Tierformen in verschiedener Weise differenziert.

Ich versuchte näher den Wert des Ramus muscularis posterior festzustellen, wie er sich bei den Carnivoren findet. Ich wählte für die Untersuchung die **Edentaten**. Die Angaben über sie in der Literatur sind nicht deutlich. Die Deutung Ruges (1878b, S. 627) scheint mir schematisch zu sein.

Ich präparierte *Myrmecophaga tamandua*, *Orycteropus capensis* und *Bradypus tridactylus*[1].

Myrmecophaga tamandua, sehr junges Exemplar, Kopf-Steißlänge 20 cm, Schwanzlänge 19 cm. An der äußeren Seite des Oberschenkels verlaufen vier feine Hautnerven, welche in verschiedener Höhe in die Tiefe gehen. Zwei von denselben erreichen die Gegend des Malleolus lateralis, vereinen sich am Oberschenkel zu einem Ast, welcher sich mit dem N. ischiadicus vereint; er ist also der N. cutaneus

Fig. 3.



Myrmecophaga tamandua. Der M. peron. long. ist durchgeschnitten, auch der M. ext. dig. l.; vom distalen Teil dieses Muskels sind bloß die Enden der Sehnen gezeichnet. Die Nerven sind schwarz gehalten; der Verlauf in dem Muskel ist ———, der Verlauf unter den Muskeln oder andern Teilen —·—·— Bei *g* ist der M. ext. brev. III—I durchgeschnitten, um den Eintritt des Nerven in den Muskel genau feststellen zu können. Für die einzelnen Buchstaben siehe den Text. Vergr. 3,5/2 × 1/2.

surae. Die beiden andern verlaufen an der hinteren Seite des Beines und gehen mehr proximal als der vorige als N. cutaneus femoris posterior in die Tiefe.

An der medialen Seite des Oberschenkels und Fußes verläuft der N. saphenus; er besteht aus zwei Ästen, welche die zwei inneren

[1] Diese Tiere befinden sich im hiesigen R. Museum v. Nat. Hist.; Herr Direktor Dr. F. A. Jentink stellte mir dieselben zur Verfügung, wofür ich ihm meinen Dank ausspreche.

Zehen versorgen. Bevor der N. peronaeus unter den M. peron. long. geht, geht ein Ast ab, der Ramus muscul. post. des N. peron. superf. (s. Fig. 3 *r.m.p.*), welcher an der äußeren Seite dieses Muskels verläuft; er liegt mit ihm hinter dem Malleol. lat., geht unter sämtliche drei Peronaeus-Sehnen hindurch und dann in die Muskeln des Fußrückens (s. unten). Zwischen dem M. Extensor long. und dem M. peron. long. medial. vom Septum intermuscul. fibul. ant. kommt der N. peronaeus superficialis an die Oberfläche; er geht zum Fußrücken, wo er sich in mehrere Äste für die äußere Seite der 5. Zehe, für die Zwischenzehenräume der 5. und 4., der 4. und 3. und der 3. und 2. Zehe teilt.

Der M. peronaeus longus entspringt vom Capitulum fibulae, von der äußeren Seite des Oberrandes der Tibia und mit wenigen Fasern von der Fascia cruris. Der Muskel ist einköpfig. Aus dem langen Muskelkörper entsteht erst in der Höhe des Malleolus eine Sehne, welche hinter ihm verläuft und proximal von der Tuberositas des Metatars. V. in die Fußsohle geht. Die Insertion erfolgt mit einer breiten gespaltenen Sehne am Cuneiforme I und am Metatarsale I.

Der M. peronaeus brevis liegt unter und namentlich hinter dem vorigen. Ursprung: äußere und hintere Seite der oberen drei Fünftel des Fibulaschaftes; die Ursprungsfläche ist oben zugespitzt, der Ursprung geschieht mittelst einer Sehne. In der Mitte des Muskels verläuft die Sehne, welche distal vom Malleolus (s. Fig. 3 *P.b.*) frei wird. Insertion: Tuberositas des Metatarsale V.

Der M. peronaeus dig. V superior liegt hinter dem M. peron. long. und oberhalb des vorigen und auf diesem. Er entspringt von der hinteren Seite des Capitulum fibulae und mit einigen Bündeln vom Fibulaschafte (s. Fig. 3 *P.d.V, a*) gerade oberhalb des M. peron. brev. Der Muskel liegt auf und in dem M. peron. brev. (s. Fig. 3). Im Anfang des 3. Drittels der Fibula wird die Sehne frei; sie liegt hinter dem Malleolus auf der Sehne des M. peron. brev., auf dem Fußrücken an der medialen Seite derselben und geht in die Dorsalaponeurose der 5. Zehe. Die drei Mm. peronaei liegen zusammen hinter dem Malleolus lat.

Die Innervation dieser drei Mm. peronaei erfolgt von den Rami musculares des N. peron. superfic. Der Ramus muscularis posterior ist ein starker Ast (Fig. 3 *r.m.p.*). Der Verlauf ist oben beschrieben; er senkt sich in die Mm. extens. brev. V und IV ein. Dieser Ast ist homolog mit dem Ast des N. peron. superf., welcher bei den

Carnivoren vorkommt, der bei *Felis domestica* (Fig. 1 *r.m.*) und andern noch in den M. extensor brevis eintritt, bei *Mustela putoria* (Fig. 2 *c*), *M. vulgaris* und andern in der Gegend des Mall. lat. endet.

Der M. tibialis anterior ist ein starker Muskel. Ursprung: äußerer Oberrand der Tibia neben und vor dem M. peron. long. und obere Hälfte der Vorderseite der Tibia; mit einem 2. Teil von der vorderen Seite des 2. und 3. Viertels der Fibula; einige Fasern kommen noch vom Oberrand der Tibia (Fig. 3 *T.a*). Insertion mit einer gespaltenen Sehne am Cuneiforme I und Metatarsale I, gegenüber den beiden Insertionen des M. peron. long.

M. extensor digitorum longus. Ursprung: mit einer Sehne von der vorderen Fläche des Condylus lateralis femoris. Der Muskelbauch entsteht im gleichen Niveau der Ursprünge der übrigen Unterschenkelmuskeln. Der Muskelkörper spaltet sich in seinem distalen Teil in zwei Teile, von welchen der mediale Teil sich noch einmal teilt. Die laterale Portion bildet zwei Sehnen. Der laterale Teil der medialen Portion formt eine, der mediale Teil ebenfalls eine Sehne, welche sich in eine stärkere für die 3. und eine schwächere für die 2. Zehe trennt. Auf dem Fußrücken werden diese Sehnen festgehalten von einem Ligamentum fundiforme, dessen Ursprung sich bis auf den Mall. lat. hin erstreckt (Fig. 3 *c*); von den fünf Sehnen gehen vier an die vier äußeren Zehen (Fig. 3, *2'*, *3'*, *4'*, *5'*); die fünfte Sehne (Fig. 3, *5' a*) geht an das proximale Ende der 1. Phalanx der 5. Zehe und in die Fasc. pedis. Die Sehne bleibt proximalwärts selbständig und hat einen Teil des Muskelkörpers als eignen Muskelbauch. Dieser Muskel hat also einige Ähnlichkeit mit dem *M. peronaeus tertius* des Menschen; die Lage ist dieselbe, die Insertion ist jedoch eine verschiedene.

Der M. extensor hallucis longus entspringt von der äußeren Seite des Malleolus lateralis (Fig. 3 *E.h.l.*); er ist durch eine Fascie und Fettgewebe (Fig. 3 *b*) vom M. tibialis ant. getrennt. Auf dem Fußrücken verläuft der Muskel fast quer und liegt proximal vom Lig. fundif.; die Sehne spaltet sich in zwei Zipfel, von welchen der eine an die erste, der andre an die 2. Zehe geht. Die Sehnen werden von einem schlingförmigen Bande festgehalten (Fig. 3 *d*).

Der M. extensor digit. brevis besteht aus zwei selbständigen Teilen. Die Fascie, welche die kurzen Strecker bedeckt, schließt an der lateralen Seite des Fußes (Fig. 3 *e*) auch die Sehnen der Peronaei ein; die mediale Begrenzung liegt lateral vom Ext. hall.

long. Die Fascie schickt ein Blatt zwischen dem Ext. brev. V—IV und III—I (Fig. 3 *f*).

Der Ext. brev. dig. V und IV ist ein ziemlich starker Muskel (Fig. 3). Lage: äußere Seite des Fußes und obere Seite der 5. Zehe. Ursprung: äußere Seite des Calcaneus bis zum Tuber (Fig. 3), lateral vom Lig. calcaneo-fibulare und vom Lig. fundiforme. Der Muskel bildet zwei etwa gleich große Bäuche. Der laterale Bauch geht mit breiter Sehne zur 1. Phal. der 5. Zehe (Fig. 3, *5*). An seiner lateralen Seite trifft die schlanke Sehne des M. peron. dig. V mit ihr zusammen. Der mediale Bauch geht mit kurzer Sehne an die dorsale Fläche des proximalen Endes der 1. Phal. der 4. Zehe und mit einem lateralen Teil in die Dorsalaponeurose derselben Zehe (Fig. 3, *4*). Beide Muskelbäuche werden innerviert vom Ramus muscularis posterior des N. peron. superf. (Fig. 3 *r.m.p.*).

M. extens. brev. III—I. Ursprung vom Fußrücken in der Höhe des Lig. fundif. (Fig. 3 *c*). Der Muskel bildet drei Muskelbäuche; jeder von diesen geht mit einer Sehne in die Dorsalaponeurose der 3., 2. und 1. Zehe (Fig. 3, *3*, *2*, *1*) und mit kurzsehnigen Insertionen mehr proximal an die Grundphalangen der 3. und 2. Zehe (Fig. 3). Die Innervation dieses Muskels, sowie des Ext. hall. long. des Tibialis ant. und des Ext. dig. long. erfolgt vom N. peron. profundus. Derselbe gibt keine Hautäste ab, sondern löst sich mit mehreren Bündeln in den Ext. brev. III—I auf. Von dem Aste *f* (Fig. 3) des N. peronaeus gehen einige Fasern in den M. peron. long., andre in den M. tib. ant. und in den M. ext. dig. long. Ich zerlegte diesen Ast in die ihn zusammensetzenden Bündel und verfolgte ihn proximalwärts. Es war jedoch nicht möglich, aus dem Eintritt in den N. peronaeus über die Zusammengehörigkeit mit dem N. peron. superfic., bzw. dem N. peron. prof. zu entscheiden.

Folgende Tatsachen hebe ich aus der gegebenen Beschreibung hervor:

1) Der M. ext. digit. long. hat zwei Sehnen für die 5. Zehe (S. 143).

2) Der M. extensor dig. brev. versorgt alle fünf Zehen.

3) Dieser Muskel besteht aus zwei Teilen, von welchen der eine an die zwei äußeren, der andre an die drei inneren Zehen geht.

4) Es findet sich ein M. peron. dig. V sup.

5) Die Innervation des Extens. brev. III—I erfolgt vom N. peron. prof., die des Ext. brev. V—IV und des M. peron. dig. V vom N. peron. superf.

Der Ramus muscul. post. des N. peron. superf., welchen

wir hier in starker Ausbildung finden, erreicht noch bei einigen Carnivoren den M. ext. brev. Ruge hat diese Tatsache nicht verwertet; er untersuchte keine Edentaten. Ruge nannte den Ramus muscul. post. bei den Carnivoren: N. peronaeus accessorius; für Ruge war er tatsächlich ein accessorischer Ast. Indem wir diesen Ast oft wiederfinden, und er einen selbständigen Wert hat, braucht er auch einen eignen Namen: N. peronaeus superficialis secundus. Die Theorie Ruges ist in bezug auf *Tamandua* nicht aufrechtzuerhalten. Der M. ext. brev. III—I erscheint durch die Innervation mit dem Ext. hall. long. und dem Tibial. ant., der Ext. brev. V—IV mit den Mm. peronaei verwandt zu sein. Von einer direkten Zusammengehörigkeit des Extensor brev. V und des M. peron. dig. V kann jedoch nicht die Rede sein; es sprechen hiergegen der verschiedene Ursprung und die verschiedene Lage; ersterer liegt unten und innen, letzterer oben und außen.

Meckel (1819) beschreibt die Muskeln des zweizehigen Ameisenfressers, *Myrmecophaga didactylus*. Er fand u. a.: »ein sehr ansehnlicher, von der Mitte des äußeren Randes des Oberschenkelbeines entspringender Muskel, der sich durch eine kurze, starke Sehne an den äußeren Knöchel heftet«. »Er hat Ähnlichkeit mit dem einfachen Wadenbeinmuskel des Frosches (Cuvier).« Es ist mir nicht möglich, diesen Muskel zu deuten; andre Autoren nennen denselben nicht. Es ist nicht ganz unmöglich, daß dieser Muskel zum M. biceps femoris gehört. Cuvier (1849, Pl. 148, 210 und 250) zeichnet bei *Felis leo*, *Arctomys alpina* und *Myrmecophaga didactylus* ein accessorisches Bündel des M. biceps femoris. Bolk (1897) fand ein solches bei einem Orang. Weiter heißt es bei Meckel: »Der kurze und dritte« (d. h. der P. d. V)» Wadenbeinmuskel sind eins. Der gemeinschaftliche Bauch entspringt vom oberen Drittel des Wadenbeines, spaltet sich aber in der Mitte in einen viel größeren hinteren und in einen kleinen vorderen Bauch. Der erste (Peron. brev.) geht an das Metat. V, der zweite an das 1. Glied der 5. Zehe.« »Kurze Strecker der vier inneren Zehen, dessen Bäuche sehr lange geteilt sind«. Humphry (1870, S. 68) fand bei *Myrm. didact.* den Ext. brev. für vier Zehen, und den Peron. long. und Peron. brev. mit einer vollständigen Fußrückensehne (S. 76).

Cuvier zeichnet *Myrm. tamand.* mit einem Extens. brev. für alle fünf Zehen (Pl. 257, 58).

von Rapp (1843) untersuchte *Myrmecophaga tamandua*. Er beschreibt den M. peron. long. und brev., den Extensor brev. für alle

fünf Zehen. Der Extens. hall. long. zeigte das gleiche Verhalten wie mein Exemplar: »er entspringt ganz unten von dem Wadenbein, seine Sehne spaltet sich in zwei Äste für die 1. und 2. Zehe«. Einen M. peron. dig. V gibt von Rapp nicht an.

Pouchet (1874) bildet die hintere Extremität von *Myrmecophaga jubata* ab. Es finden sich hier nur zwei Peronaei. An wie viele Zehen der Pedieux geht, kann ich nicht sehen. Couvreur et Bataillon (1891) fanden bei *Myrm. jub.* die M. peron. long. und brev. und den M. ext. brev. II—V.

In der Literatur finde ich also keine mit den meinen übereinstimmenden Befunde. Ich untersuchte deshalb auch die andre Extremität und fand auch hier den Peron. dig. V und den Ext. brev. dig. V. An der lateralen Seite des Fußes war die Sehne des Peron. dig. V mit derselben des Extens. brev. verwachsen. So viel geht aus den Angaben hervor, daß der Peron. dig. V bei *Myrmecophaga* ein variabler Muskel ist. Humphry fand bei *Myrm. did.* einen Ext. brev. II—V und eine Fußrückensehne als rudimentären Peron. dig. V. Meckel fand einen mit dem Peron. brev. verwachsenen Peron. dig. V und den Ext. brev. für I—IV. Von Rapp fand bei *Myrm. tamand.* den Ext. brev. I—V und ich den Ext. brev. I—V und den Peron. dig. V. Bei *Myrm. jubata* fanden schließlich Couvreur et Bataillon den Ext. brev. II—V und keinen Peron. dig. V.

Die Verhältnisse bei *Myrmecophaga* widersprechen der Auffassung Ruges, daß die kurzen Strecker durch Muskelwanderung auf den Fuß gelangt sind. Der M. peron. dig. V bei dem von mir untersuchten Exemplar ist ein M. peron. dig. V superior; zugleich mit ihm findet sich ein Extensor brevis für die 5. Zehe, auch vom N. peron. superf. innerviert Es kann hier von Muskelwanderung nicht die Rede sein.

Außerdem untersuchte ich *Orycteropus capensis*, ein sehr junges, noch unbehaartes Exemplar; Kopf-Steißlänge 20 cm. Der N. cutan. surae lateralis versorgt die Außenseite des Unterschenkels. Der N. peron. comm. teilt sich schon vor dem Eintritt in die Mm. peronaei in den N. peron. superf. und profund. Der N. peron. superf. ist bedeckt von einigen Fasern des Gastrocnemius, welche vom Sept. intermusc. fib. post. entspringen. Vom N. peron. superf. geht als erster Ast der N. peron. superf. secundus (Fig. 4 *N.p.s.II.*) ab, welcher hinter dem Mall. lateralis verläuft. Der Hautast des N. peron. superf. trennt sich, nachdem er die Oberfläche erreicht hat, in zwei

Äste; der laterale Ast versorgt die 5., 4. und 3. Zehe, der mediale die 2. und die fibulare Seite der 1. Zehe.

Der M. peronaeus longus hat einen ungewöhnlichen Ursprung. Er entspringt erstens mit einer kurzen Sehne vom Capitulum fibulae (Fig. 4*a*, *a*) und zweitens entspringen Fasern (Fig. 4*a*, *b*) vom proximalen Ende des Zwischenraumes zwischen Tibia und Fibula. Dieser Ursprung ist bedeckt vom M. ext. dig. long.; er heftet sich an die Ursprungssehne, welche oben im Muskelkörper verläuft.

Fig. 4 *a*.

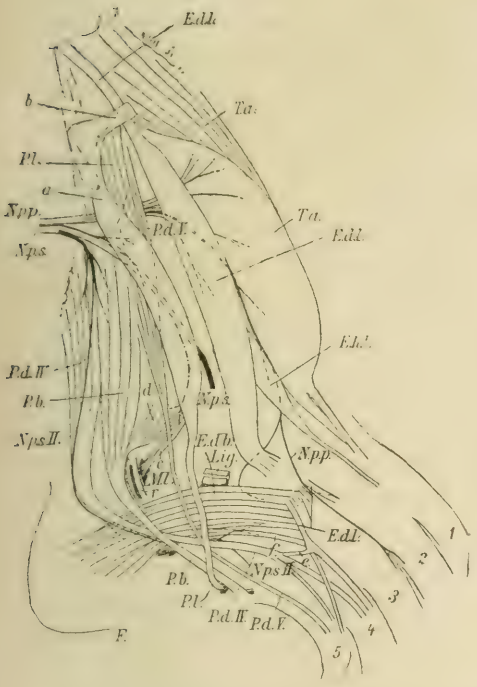


Fig. 4 *b*.

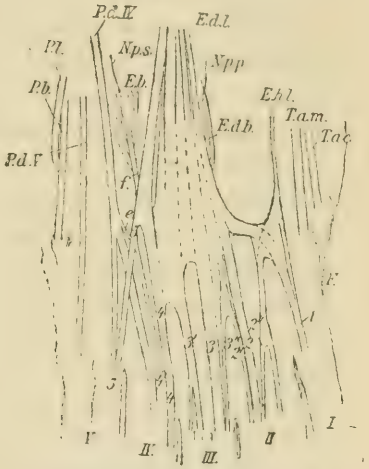


Fig. 4 *a*. *Orycteropus capensis*. Die Mm. peronaei sind auseinandergelegt. Der M. per. long. und der M. per. dig. V sind nach vorn, der M. per. brev. und M. per. dig. IV sind nach hinten geschlagen. *Mll.* Malleolus lat.; *r* Rinne für den M. per. l. M. tib. ant. ist nach außen gezogen und umgelegt. Von den Mm. per. l., Ext. l. und Tib. ant. sind bloß die Konturen gezeichnet, um den Verlauf der Nerven deutlicher hervortreten zu lassen. *Lig.* Ligam. fundif. des Ext. long. Vergr. 3/1 × 1/2.

Fig. 4 *b*. Die Sehnen der Muskeln des Fußrückens. Vergr. 4/1 × 1/2.

Dieser einheitliche Muskel sondert sich bald in zwei Teile, von welchen der laterale Teil der M. peron. long. ist. Aus ihm geht zur Höhe des Mall. lat. eine Sehne hervor, welche auf der lateralen oberen Fläche des Malleolus verläuft, von einem schwachen Ligamenten festgehalten. Die Sehne geht proximal von der Tuberositas des Metat. V in die Fußsohle. Der andre, mediale und oberflächliche Teil erhält noch einige Fasern, welche vom unteren Ende der Fibula entspringen. Er inseriert sich dann mit einer kurzen, schwachen Sehne am Malleolus lateralis (Fig. 4*a*, *c*). Dieser unselbstän-

dige M. peronaeus malleolaris erscheint als der oberflächliche Teil des M. peron. long. Es ist dies ein fremdartiges Verhalten; bei den Exemplaren in der Literatur fehlten diese Bündel; vielleicht sind sie als aberrante Bündel des M. peron. long. zu deuten, wie sie auch gelegentlich beim Menschen vorkommen (I. Teil, S. 553).

Der M. peronaeus brevis entspringt als starker Muskel von der äußeren und hinteren Seite der drei unteren Viertel der Fibula. Unten gehen Fasern, welche zugleich mit den zum Malleolus lat. ziehenden Bündeln entspringen, in denselben über (Fig. 4*a*, *d*). Die Sehne wird distal vom Malleolus frei und inseriert am Metat. V.

M. peronaeus dig. V sup. Ursprung: obere Hälfte der Fibula. Lage: medial vom Peron. brev., unter dem Peron. long. Die Sehne wird im unteren Drittel der Fibula frei. Hinter dem Malleolus liegt die Sehne vor derjenigen des Peron. brev.; beide Sehnen liegen tiefer und getrennt vom Peron. long. Auf dem Fußrücken verläuft die Sehne an der medialen Seite der Peron. brevis-Sehne und geht zur Dorsalaponeurose der 5. Zehe. Es findet sich hier noch ein starker M. peron. dig. IV et V (Fig. 4*a*, *P.d.IV.*). Lage: hinter und unter den andern Peronaei. Ursprung: Obere zwei Fünftel der Fibula und Sept. intermusc. fibul. post. Proximal vom Malleolus lat. wird die Sehne frei und verläuft hinter demselben in der Tiefe, geht auf dem Fußrücken unter den Sehnen der andern Peronaei hindurch und teilt sich in zwei Sehnen, in eine stärkere Sehne, welche in die Dorsalaponeurose der 4., und in eine schwächere, welche in die Dorsalaponeurose der 5. Zehe geht (Fig. 4*a*, *P.d.IV.*). Es besteht eine schwache Verbindung zwischen der Sehne des Peron. dig. IV und derjenigen des Extens. long. für die 5. Zehe (Fig. 4*a*, *e*).

Sämtliche Peronaei werden innerviert vom N. peron. superfic. Der N. peron. superf. II innerviert die Mm. peron. brev. und dig. IV, verläuft dann distal, hinter dem Mall. lat., gibt Äste an den Ext. dig. brev. und endet mit einem tiefen Ast auf der 5. Zehe (Fig. 4*a*, *N.p.s.II.*).

Die andern Rami musculares des N. peron. superfic. versorgen den M. peron. dig. V und den M. peron. long. Im distalen Verlauf des N. peron. superfic. geht noch ein Ast ab, welcher die Muskelfasern (Fig. 4 *d.u.c.*) innerviert, welche distal an der Fibula entspringen.

M. extensor digit. long. Ursprung: mit einer Sehne von der Vorderfläche des lateralen Condylus femoris. Aus dem langen, dünnen Muskelbauch gehen nahe dem Fuße die Sehnen hervor (Fig. 4*b*, *E.d.l.*); sie werden auf dem Fußrücken von einem Ligam. fundif. festgehalten. Die vielen Sehnen mit ihren Verbindungen

untereinander sind aus der Fig. 4*b* zu ersehen. Die Sehne für die 5. Zehe (*5*) schickt einen Zipfel (*4'*) an die laterale Seite der 4.; sie hat außerdem eine Verbindung (*e*) mit dem Peron. dig. IV. Die Sehne für die 2. Zehe schickt eine Verbindung an die der ersten.

Der M. extensor hallucis long. ist ein schwacher Muskel, welcher unten vom Unterschenkel entspringt. Seine Sehne (Fig. 4*b*, *E.h.l.*) teilt sich in zwei Zipfel für die 1. und 2. Zehe. An der Teilungsstelle ist eine Verbindung mit der Sehne des Ext. dig. long.

Der sehr starke M. tibialis ant. entspringt von der Vorderfläche des Femur (Fig. 4*a*, *T.a.*), der Kapsel des Kniegelenkes und des Tibiakopfes. Der Muskelkörper spaltet sich distal in zwei Bäuche, die Sehne des lateralen, starken Bauches inseriert sich am Metat. I, die des medialen schwächern am Cuneif. I.

Der M. extensor digit. brevis entspringt von der lateralen Seite des Calcaneus. Er inseriert sich an der unteren Fläche der Sehnen des Ext. dig. long. Der laterale Teil ist noch einigermaßen selbständig, er bildet eine Sehne (Fig. 4*a*, *f*), welche in der Sehne des Ext. dig. long. weiter verläuft. Der übrige Teil des Muskels bildet keine Sehnen. Wahrscheinlich gehören einige der Sehnen der Strecker zum M. extens. brevis.

Die Mm. tibialis ant., Extens. dig. long. und Extens. hall. long. werden innerviert vom N. peron. prof. (Fig. 4*a*). Der Fußrückenast teilt sich in zwei Äste, von welchen der eine zum M. ext. brev. geht, der andre auf dem Spat. intermet. der 2. und 3. Zehe verläuft und sich an deren beiden Seiten verästelt.

Auch hier besteht also der M. extensor brevis aus zwei Teilen, einem medialen, welcher dem Gebiet des N. peron. prof., also der Extensoren, und einem lateralen, welcher dem Gebiet des N. peron. sup., d. h. der Mm. peronaei angehört; die Teile sind jedoch gegeneinander nicht selbständig, wie dies bei *Tamandua* der Fall ist.

Es finden sich ein M. peron. dig. V und ein M. peron. dig. IV vor. Vom Extensor brev. geht der laterale Teil an die 4. Zehe. Es besteht also keine vollständige Correlation.

Vergleichen wir die Ursprünge der Per. dig. V und IV bei *Tarsius* (1. Teil, S. 577) mit den bei *Orycteropus*, so ist es sofort deutlich, daß sie keine Punkte der Übereinstimmung zeigen. Beide Peronaei dig. V und IV liegen bei *Tarsius* zwischen den Mm. peron. long. und brev.; hier bei *Orycteropus* ist der M. per. dig. V durch den M. per. brev. vom M. per. dig. IV getrennt.

Cuvier zeichnet bei *Orycteropus capensis* (Pl. 254, '55, '56) einen

»Court peronier« für die vierte und für die fünfte Zehe; die Verhältnisse des Ext. brev. sind nicht genau zu sehen.

Die Angaben Humphrys (1868) stimmen gut mit den meinigen überein. Er fand einen Extensor brevis, welcher drei Sehnen bildete, und zwar für die zweite, dritte und vierte Zehe; er fand von den Peronaei: Per. dig. IV, Per. dig. V, Per. brev. und Per. long.

Dasselbe gilt von den Angaben Galtons (1869 b) »the peronei are blended together at origin«; er fand auch die Peronaei long., brev., dig. V und dig. IV. Vom Extensor brev. sagt Galton: »it is inserted into the inferior aspect of the extensor communis«; »the extensor brevis does not appear to enter into any direct communication with the 4th tendon (also für die fünfte Zehe) of the extensor communis«.

Der M. peron. malleolaris wird von diesen Autoren nicht genannt.

Bradypus tridactylus, junges Exemplar, Kopf-Steißlänge 30 cm. Hautnerven. Der hinteren Seite des Unter- und Oberschenkels entlang verläuft ein von einer V. saphena parva begleiteter Nerv, welcher in der Gegend des Gesäßes in die Tiefe geht. Er ist der N. cut. fem. post. Längs der lateralen Seite des Unterschenkels findet sich der N. cut. surae lateralis, welcher am distalen Ende des Oberschenkels in die Tiefe zum N. ischiadicus geht; er erreicht den Mall. lat. nicht. Der N. saphenus spaltet sich am Unterschenkel in mehrere Äste für die mediale und vordere Seite des Unterschenkels, die Innenseite des Fußes und den Zwischenzehenraum der ersten und zweiten Zehe.

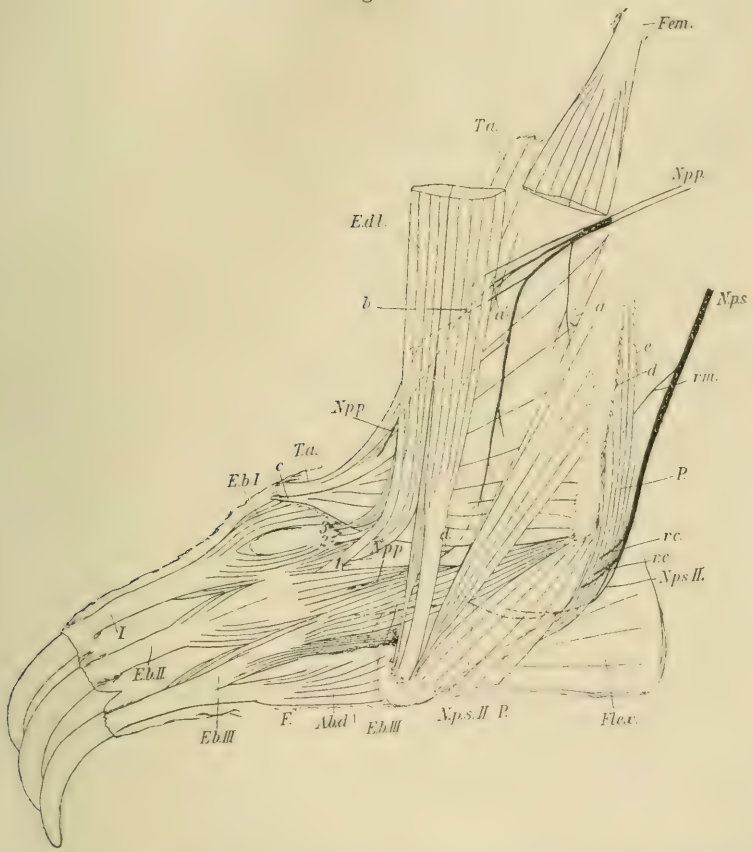
Längs der lateralen Seite der äußeren Zehe und des Unterschenkels verläuft ein ziemlich starker Nerv; er liegt hinter dem Malleolus lateralis, proximalwärts ist er bedeckt von den Oberschenkelmuskeln; er kommt zusammen mit dem N. peron. (Fig. 5 *N.p.s.*) und ist der N. peronaeus superficialis, welcher hier einen ungewöhnlichen Verlauf zeigt; *r.c.* sind Rami cutanei für die äußere Zehe und die äußere Seite des Fußes; *r.m.* Rami musculares.

Dann findet sich noch ein Hautast des N. peron. prof. (Fig. 6 *N.p.p.*). An der Vorderseite des Unterschenkels, wo er durch den M. tibialis ant. (Fig. 6 *b*) hindurchtritt, kommt er an die Oberfläche; er spaltet sich auf dem Fußrücken in zwei feine Äste, einen für den Fußrücken und einen für den Zwischenzehenraum der ersten und zweiten Zehe; er geht hier eine Anastomose mit einem stärkeren Ast des N. saphenus ein.

In den Verhältnissen der Muskeln ist viel Atypisches. Es entspringt sehnig von der Vorderseite des Condylus lateralis femoris

ein Muskel, dessen Muskelbauch in der Höhe des proximalen Tibiaendes anfängt. Aus dem Bauche gehen bald zwei Muskeln hervor; der mediale von ihnen verläuft an der Vorderfläche des Unterschenkels und inseriert sich mit einer starken und zwei schwächeren Sehnen am ersten und zweiten Metatarsale[1] (Fig. 5 *E.d.l. 1, 2, 3*). Der

Fig. 5.



Bradypus tridactylus. M. ext. long. ist durchgeschnitten und nach vorn gezogen; er bedeckt nun die Stelle *b*, wo der N. peron. prof. durch den M. tib. ant. hindurchtritt. Der Teil des M. peroneometatarsalis, welcher unter dem Peronaeus malleolo-metatarsalis verläuft, ist —|—|— gezeichnet. Vergr. 3/1×1/2.

laterale Muskel verläuft an der lateralen Vorderseite des Unterschenkels, medial vom Mall. lat., spaltet sich in zwei ungleiche Teile, welche sich jeder mit einer Sehne an der Basis des dritten (äußeren) Metat. inserieren (Fig. 5). An dieser Stelle des Metat.

[1] Bei Reptilien inseriert der M. ext. digit. long. an den Metatarsalknochen.

inseriert sich hinter den beiden vorigen noch ein andrer Muskel. Er entspringt breiter, aber dünn, vom äußeren zweiten und dritten Viertel der Fibula und verläuft medial vom Mall. lat. zusammen mit dem vorigen. Das am meisten proximal entspringende Muskelbündel (Fig. 5 *a*) geht in den vorigen Muskel (Fig. 5 *a'*) über. Diese Muskeln werden innerviert vom N. peronaeus profundus. Sie gehören zu der Gruppe der Extensoren, sie bilden zusammen den M. extensor longus. Anhaltspunkte für morphologische Schlüsse liegen hier nicht vor: die einseitige Spezialisierung des dreizehigen Fußes des *Äï* ist der Grund für die abweichenden Befunde. Für die Morphologie sind sie zufällige. Interessant ist, daß die Veränderlichkeit innerhalb der Gebiete des N. peron. superf. und des N. peron. prof. erhalten bleibt und nicht über die Grenzen derselben hinübergreift.

M. tibialis ant. entspringt vom oberen Ende der Tibia und von der vorderen Seite der Fibula (Fig. 5 *T.a.*); er inseriert sich mit kurzer breiter Sehne am Metat. I; die am meisten distal entspringenden Fasern bilden ein einigermaßen selbständiges Sehnenbündel (Fig. 5 *c*). Der Muskel erhält mehrere Äste vom N. peron. prof.

Mm. peronaei. Von der hinteren Seite der distalen Fibulahälfte entspringt ein dünner Muskel, welcher hinter dem Malleolus verläuft. Seine kurze Sehne geht bedeckt von einem andern Muskel an das proximale Ende des Metat. V (Fig. 5 *P.*). Der Muskel liegt zwischen dem Sept. intermusc. fib. ant. und post.; am Fuße ist er aufgenommen in einen zweiten Peronaeus, welcher vom Mall. lat. entspringt und sich am Metat. V und an der Fascia pedis anheftet. Innervation: N. peron. superf.

M. extensor brevis. Für jede Zehe besteht ein starker Bauch des Muskels; er ist der einzige Strecker der Zehen. Der Kopf für die dritte Zehe entspringt vom Mall. lat. und vom Fußrücken (Fig. 5 *E.b.III.*). Er wird vom N. peron. superf. innerviert. Der Ast, welcher den Peronaeus malleolo-metatarsalis innerviert, tritt unter diesem hindurch und in den Extensor brev. ein und gibt beiden Muskeln einen Ast (Fig. 6 *N.p.s.II.*). Der Ext. brevis für die zweite Zehe entspringt auf dem Fußrücken und wird innerviert vom N. peron. prof. (Fig. 6 *N.p.p.*). Der Muskel für die erste Zehe ist schwächer als die beiden vorigen; er hat zwei Ursprünge, lateral und medial von einem Fußwurzelknochen (Cuneiforme). Die Innervation konnte ich nicht feststellen; vom Ast des N. peron. prof. für die zweite Zehe löste sich ein feines Ästchen ab, dessen Verlauf ich jedoch nicht verfolgen konnte (Fig. 6 *N.p.p., d.*).

Die Angaben in der Literatur sind nicht immer deutlich[1]. Cuvier gibt zwei Abbildungen von *Bradypus* (Pl. 252, 253).

Meckel (1828, S. 627) und Humphry (1870, S. 75) bezeichneten den lateralen Teil des Extensor longus und den Teil, welcher von der Fibula entspringt, als die zwei Köpfe des Peron. long. Die Lage und die Innervation sprechen m. E. für die Deutung als Teil des Extensor longus. Gegen meine Deutung spricht unmittelbar, daß der malleolare Kopf des Extensor brevis III, welcher vom N. peron. superf. II innerviert wird, medial liegt von der Insertion des Extens. long. Jedoch die Annahme einer kleinen Verschiebung oder Drehung genügt, um diese Lageverhältnisse zu erklären. Auch bei typischer Ausbildung der Muskulatur, wie bei *Myrmecophaga tamandua* liegt die Sehne des langen Streckers für die fünfte Zehe lateral von dem Teil des Ext. brev., welcher vom N. per. superf. II innerviert wird. Die beiden Muskeln, den Peroneo-metatarsalis und den Peronaeus malleolo-metatarsalis, bezeichnet Meckel als einen doppelten kurzen Peronaeus. Auf S. 641 beschreibt er den Ext. longus (den medialen Teil) und den Ext. brev. übereinstimmend mit meinen Angaben. Dann spricht er noch von einem sehr kleinen, dünnen dritten Wadenbeinmuskel, der vom äußeren Knöchel entsteht und sich durch zwei Sehnen an den äußeren kurzen Zehenstrecker ansetzt. Hiermit meint Meckel also den malleolaren Ursprung des Ext. brev. III. Andre Autoren, Macalister (1869), Mackintosh (1873), deuten auch als M. peron. long. den lateralen Teil des Extensor long.; Mackintosh hält den Teil des Ext. long., welcher von der Fibula entspringt, für den Peron. tert. Beide erwähnen einen selbständigen Extensor hallucis proprius. Die Angaben über den Ext.. brev. und die andern Peronaei stimmen mit den von mir gemachten überein. Es liegen in der Literatur noch Angaben vor über die Myologie andrer Arten der Edentaten; doch bieten dieselben für diese Untersuchung nicht viel Neues.

Cuvier bildet *Dasypus sexcinctus* (Pl. 259, 260) ab. Meckel (1828, III, S. 642) teilt mit, daß bei *Dasypus* der Peron. dig. V vom Condyl. fem. lat. kommt. Die Angaben Galtons (1869 a) stimmen hiermit überein; der Extensor brevis geht hier, wie bei *Orycteropus*

[1] Rapp (1843, 1852, S. 6) macht die Bemerkung, daß die anatomischen Untersuchungen, die bisher von *Bradypus tridactylus* angeführt wurden, größtenteils an *Brad. cuculliger*, Syn. *Arctopithecus* Blainvilli, Syn. *Arctopith. marmoratus* angestellt worden sein mögen.

Für die Einteilung der Edentaten: s. Rapp und Weber (1904).

an die Sehnen des langen Streckers. Hyrtl (1855) und Macalister (1873) präparierten *Chlamydophorus truncatus*; letzterer stellte auch die Angaben andrer zusammen. Bei *Chlamydophorus* findet sich ein Extensor brev. für alle Zehen, ausgenommen für die innere, ein Per. long., Per. brev. und Per. dig. V. Humphry (1870) fand beim Unau (*Choloepus didactylus*) den Ext. brev. für alle Zehen, keinen Per. dig. V. Murie (1875) fand bei *Tolypeutes* Peron. long., Peron. brev. und noch zwei Peronaei: einen Peron. dig. V und wahrscheinlich einen Per. dig. IV; diese beiden entspringen vom Lig. coll. fibul. zwischen Per. long. und brev. Die Sehnen des Extens. brev. für zweite, dritte und vierte Zehe gehen an die langen Strecker. Bei *Cyclothurus* fand Galton (1869) drei Mm. peronaei: M. per. long., M. per. brev. und M. per. dig. V. Die beiden letzteren bildeten in ihrem Ursprung einen Muskel. Ein M. extensor brevis war für die erste und die drei äußeren Zehen bestimmt. Windle und Parsons (1899, S. 1001), welche mehrere Formen der Edentaten untersuchten und die Angaben andrer zusammenstellten, berichten, daß bei *Manis* der Extensor brev. teilweise von der Fibula entspringt. Humphry (1870, S. 68) macht diese Angabe nicht. Auch aus den Mitteilungen dieser Autoren geht hervor, daß die Kontroversen wahrscheinlich mehr die Folge verschiedener Benennung der Muskeln, als verschiedener Befunde sind. Diese Autoren nennen u. a. den lateralen Teil des M. ext. long. einen Peronaeus tert. Indem der M. peron. tert. ein Teil des typischen M. ext. dig. long. ist, ist es nicht zweckmäßig, bei *Bradypus* diesen Namen zu gebrauchen.

Wenn man die Tatsachen aus den Arbeiten Ruges und andrer und die von mir bis jetzt mitgeteilten übersieht, so erscheint es notwendig, die Theorie Ruges zu verlassen; dagegen ist es möglich, eine andre an die Stelle zu setzen:

I. Die Muskeln der medialen Seite des Unterschenkels, also die Mm. tibialis ant., extensor dig. long. und extensor hall. long., werden innerviert vom N. peron. prof., die der lateralen Seite, also die Mm. peronaei vom N. peron. superfic.

II. Diese Verteilung der Muskulatur setzt sich auch auf dem Fußrücken fort. Es ist hier der mediale Teil des Extensor brevis innerviert vom N. peron. prof., der laterale Teil jedoch vom N. peron. superf. Die Grenzlinie liegt etweder mehr medial oder mehr lateral von der Mitte des Fußrückens. Der laterale Teil wird nicht immer von einem Extensor brevis, sondern oft von Mm. peronaei gebildet.

Es ist nun zu untersuchen, wie diese Theorie mit den Verhältnissen bei den übrigen Säugetiergruppen in Einklang steht. Ich untersuchte Formen der *Chiroptera*, *Insectivora*, *Rodentia*, *Marsupialia* und *Monotremata*[1]. Formen aus andern Säugetierordnungen zu untersuchen, versprach mir bei deren einseitig spezialisierter Ausbildung wenig Auskunft. Die Angaben in der Literatur von Meckel 1828, Cuvier, Miall and Greenwood (1878), Macalister (1873/74), Windle und Parsons (1903) u. a. bestätigen diese Voraussetzung.

Von den **Galeopithecinae** und **Chiroptera** untersuchte ich *Galeopithecus volans*, *Pteropus* und *Vespertilio murinus*.

Galeopithecus volans L., junges männl. Exempl., Kopf-Steißlänge 22 cm.

Hautnerven. Der N. saphenus kommt am Unterschenkel an die Oberfläche, schickt feine Äste in die Flügelhaut und ist bis zum Ende der medialen Seite der ersten Zehe zu verfolgen. N. cut. femor. post. verläuft an der Hinterseite des Ober- und des Unterschenkels; zwei feine Äste aus dem N. ischiadicus verlaufen als N. cutan. surae an der lateralen Seite der Kniegegend. Aus dem N. peronaeus geht ein starker N. cutan. surae lateralis ab: er verläuft an der lateralen Seite des Unterschenkels medial vom Malleolus lat., schickt einen Ast zu der lateralen Seite des proximalen Teiles des Fußes und verästelt sich an der fünften und der vierten Zehe. Dabei schickt der N. peronaeus einen feinen Ast in die Flügelhaut.

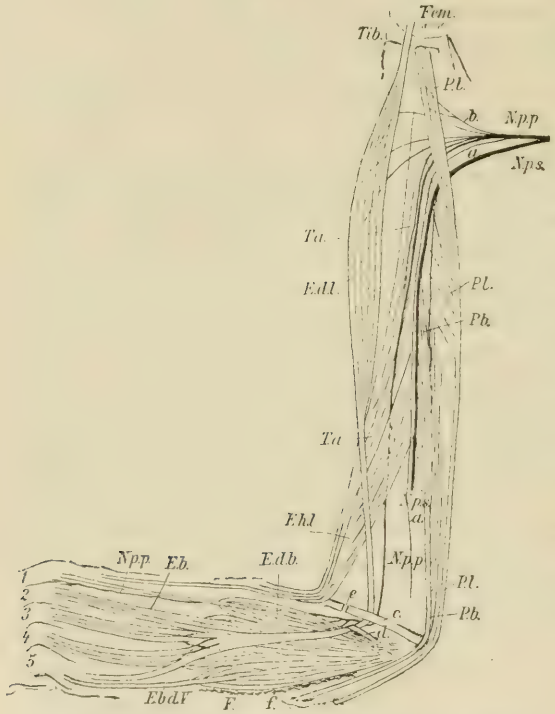
Der N. peronaeus superficialis verläuft unter dem äußeren Kopf des M. peron. long. hindurch, kommt am zweiten Drittel des Unterschenkels an die Oberfläche, gibt einen Ast ab für die Malleolargegend, verläuft über dem Ligament. transversum des Ext. longus und teilt sich auf dem Fußrücken in drei Äste für die Zwischenräume der vierten und dritten, dritten und zweiten und zweiten und ersten Zehe.

Vom N. peronaeus profundus geht bei seinem Anfang ein feiner Ast ab (Fig. 6 *a*), welcher den N. peron. superf. begleitet und bis zum Malleolus lateralis zu verfolgen ist. Ich halte dafür, daß dieser Ast aus Fasern zusammengesetzt ist, welche sonst im N. peron. superfic. verlaufen. Man findet auch wohl, daß da, wo der N.

[1] *Galeopithecus*, *Pteropus*, *Hystrix*, *Myoxus* und *Hyrax* zu präparieren, war ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. F. A. Jentink instand gesetzt. *Ornithorhynchus* erhielt ich von Herrn Prof. Dr. L. Bolk, *Echidna* von Herrn Prof. Dr. Sluiter aus Amsterdam. Diesen Herren spreche ich dafür meinen Dank aus.

peron. superf. an die Oberfläche kommt, ein feiner Ast abgeht mit ähnlichem Verlauf wie der hier beschriebene aus dem N. peron. prof. Auf der andern Körperseite finde ich diesen Ast nicht. Auf dem Fußrücken schickt der N. peron. prof. einen Hautast, verlaufend auf dem Spatium intermetatarsale der ersten und zweiten Zehe, an die laterale Seite der ersten und mediale der zweiten Zehe (Fig. 6 *N.p.p.*).

Fig. 6.



Galeopithecus. Die Mm. peronaei sind ein wenig nach außen gezogen; der M. extens. long. nach vorn. Die Mm. tibialis ant. und hall. long. sind aus ihrem Fach (*c*) des Lig. transv. (*c*) herausgenommen. Vergr. 3/1 × 1/2.

Der M. peronaeus longus ist zweiköpfig; der obere, laterale Kopf entspringt vom Capitulum fibul.[1], der hintere von der oberen Hälfte der äußeren Seite der Fibula; die lange feine Sehne verläuft hinter dem Malleolus lat., liegt hier zusammen mit dem Peron. brevis, dann längs der lateralen Seite des Fußes, wo sie befestigt ist, und geht dann durch die Rinne im Cuboid in die Fußsohle.

Der M. peron. brevis entspringt vom mittleren Dreifünftel der lateralen Seite der Fibula; die Sehne wird proximal vom Mall. lat. frei, verläuft hinter demselben und inseriert sich am Metat. V. Es finden sich kein M. peron. dig. V, keine Fußrückensehne. Der M. peron. brev. und der distale Kopf des Peron. long. werden innerviert vom N. peron. superf., der obere Kopf erhält einen feinen Ast (Fig. 6 *b*) aus dem N. peronaeus;

[1] An der andern Extremität erreichen die Fasern nicht das Capit. fib., sondern entspringen von der Fasc. crur. und vom Sept. intermusc. ant.

die Technik reicht bei diesem kleinen Objekte nicht aus, zu entscheiden, ob der Ast über dem N. peron. prof. in den N. peron. superf. hineingeht.

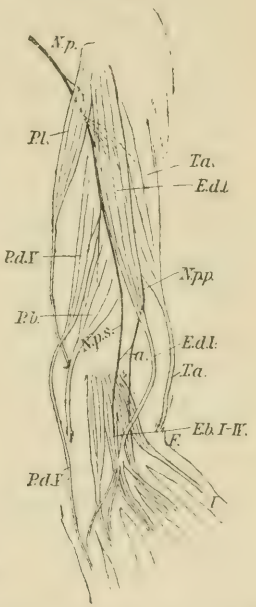
Der M. extensor digit. long. entspringt mit einer Sehne von der Vorderseite des Condylus lat. femoris. Der Muskel verläuft an der Vorderseite des Unterschenkels, mit der Sehne unter dem starken Lig. transv. (Fig. 6 *c*), dann im Ligam. fundif. (Fig. 6 *d*) und spaltet sich in vier Teile für die vier äußeren Zehen. Der M. tibialis anterior liegt unter dem vorigen und entspringt von der Vorderseite der oberen Hälfte der Fibula, die Sehne verläuft unter dem Lig. transv. (Fig. 6 *e*) und inseriert sich am Cuneiforme I. Der M. extensor hallucis long. bildet einen Muskelkörper mit dem Tib. ant.; er entspringt distal von diesem; die feine Sehne wird auf dem Fußrücken festgehalten und inseriert sich an der ersten Zehe. Der M. extensor digit. brevis entspringt vom Fußrücken und bildet fünf Bäuche und Sehnen für alle fünf Zehen. Die Sehnen liegen lateral von den Sehnen der langen Strecker; ausgenommen ist die zweite Sehne, welche an der medialen Seite verläuft. Die Fascie schließt alle ein und grenzt sie ab gegen die Mm. peronaei (Fig. 6 *f*).

Diese vier Muskeln werden innerviert vom N. peron. prof.

Der Extensor brevis für die fünfte Zehe, welcher bei *Galeopithecus* vorkommt, ist also nicht homolog mit dem Ext. brev. der fünften Zehe bei *Myrmecophaga tamandua* (s. S. 142).

Pteropus, junges, noch unbehaartes weibliches Exemplar, Kopf-Steißlänge 10 cm.

Fig. 7.



Pteropus. Die Mm. peronaei sind nach außen, die Mm. ext. dig. long. und tib. ant. nach innen gezogen. Vergr. 3/1 × 2/3.

Hautnerven. Der N. saphenus liegt an der medialen Seite des Unterschenkels, der N. cutaneus surae aus dem N. ischiad. an der lateralen Seite; er erreicht den Fuß nicht. Der N. peronaeus tritt unter dem M. peron. long. hindurch; der N. peron. superf. kommt distalwärts lateral vom M. ext. long. an die Oberfläche und verästelt sich an alle Zehen. Der N. peron. prof. kommt medial vom M. ext. long. zur Oberfläche, innerviert den M. extensor brev. und geht Anastomosen mit dem N. peron. superfic. (Fig. 7 *a*) ein.

M. peronaeus longus, entspringt vom Capitul. fibul. Aus dem dünnen Muskelkörper wird in der Mitte der Fibula die feine Sehne frei, welche proximal vom Metatars. V zur Fußsohle zieht. M. peron. brevis, liegt tiefer, entspringt von der Vorderseite der distalen Hälfte der Fibula, Membr. inteross. und Tibia, verläuft in lateraler Richtung, wird von einem Ligam. festgehalten und geht an das Metatars. V. M. peron. dig. V liegt zwischen den vorigen und entspringt oberhalb des Peron. brev. von der Fibula; die feine Sehne wird in der Mitte der Fibula frei, verläuft zusammen mit der des Brevis und geht an der lateralen Seite der fünften Zehe in die Dorsalaponeurose. Die zwei letzten Muskeln bilden zusammen einen Muskelkörper, einen proximalen und einen distalen Teil. Die drei Muskeln werden innerviert vom N. peron. superfic. M. extensor digit. longus, entspringt medial vom M. peron. long. vom oberen Ende der Fibula und der Tibia; er bildet in der Unterschenkelmitte eine Sehne, welche auf dem Fußrücken festgehalten wird und am distalen Ende der Metatarsalia sich in vier Zipfel für die vier äußeren Zehen teilt. M. tibialis anterior entspringt von der oberen Hälfte der medialen Seite der Tibia und von der Membr. inteross. Die Sehne inseriert sich an der unteren Fläche des Metatars. I. Ein M. extensor hall. long. fehlt. M. extensor digit. brevis entspringt mit vier ziemlich selbständigen Bäuchen vom Fußrücken und inseriert sich an den vier inneren Zehen.

Innervation dieser drei Muskeln vom N. peron. prof.

Vespertilio murinus. Es kommt mir vor, daß die Verhältnisse mit denen bei *Pteropus* übereinstimmen. Ich fand einen M. peron. long., welcher vom Capitul. fibul. und der lateralen Seite des oberen Drittels der Fibula entspringt, einen M. peron. dig. V sup., welcher gerade vor dem vorigen entspringt, und einen M. extensor brevis I—IV. Über den M. peron. brev. blieb ich zweifelhaft, ich denke, daß er wie bei *Pteropus* von der vorderen Seite des distalen Drittels des Unterschenkels entspringt.

Übersehen wir jetzt die Befunde bei den *Chiroptera.*

Bei der Besprechung der Verhältnisse bei *Stenops* und *Nycticebus* (1907 S. 580), habe ich mich in bezug auf den M. extensor brevis an Murrie, Mivart und Ruge angeschlossen und diese Verhältnisse als abweichende bezeichnet. Nach der Untersuchung von *Galeopithecus* scheint es aber, daß sie doch wohl allgemein gültige sind: denn die Ausbildung des M. extensor brevis bei *Nycticebus*, *Stenops* und *Galeopithecus* bildet eine Reihe. Bei *Nycticebus* bestehen ein

M. peron. dig. V sup., innerviert vom N. peron. superf., und ein Extensor brevis für die vier inneren Zehen und mit einem Zipfel für die fünfte Zehe, innerviert vom N. peron. prof. Bei *Stenops* erscheint der M. peron. dig. V nur noch ausnahmsweise, und der M. extensor brev. versorgt ausgesprochener die fünfte Zehe. Bei *Galeopithecus* schließlich fehlt der M. peron. dig. V, und es findet sich ein wohl ausgebildeter Extensor brevis für alle fünf Zehen, innerviert vom N. peron. prof.

Es ist nun auch möglich, die beiden Formen der Varietäten des M. ext. brev. dig. V beim Menschen zu deuten. Die Beobachtungen Hyrtls und Grubers betreffen einen M. ext. brev. aus der Peronaeusgruppe (vgl. den ersten Teil dieses Aufsatzes S. 552), und die Beobachtungen (Knott und vieler andern) eines Zipfels des Extensor brevis für die fünfte Zehe gehören zu der Extensorgruppe, d. h. zum Gebiet des N. peron. prof. In gleicher Weise ist eine Trennung dieser Varietäten bei den Affen durchzuführen.

Die Angaben in der Literatur stimmen mit den von mir gemachten überein. Humphry (1869, S. 316), Alix (1867 a, S. 307), Macalister (1872) und Gruber (1886) untersuchten *Pteropus*, Macalister (1872, S. 163), Gruber (1879) und Leche (1884, S. 37, 41 und 55) *Galeopithecus*. Die Beobachtungen Humphrys namentlich reihen *Pteropus* sehr schön ein in die Gruppe der Lemuridae und *Galeopithecus*. An seinem Exemplar war die Trennung der Peronaei brev. und dig. V sehr wenig ausgesprochen, er fand bloß vom Peron. brev. (Humphry nennt ihn Per. tertius) »a tendon to the long extensor of this digit (d. h. der fünften); and there is also a small slip from the extensor brevis to this digit«.

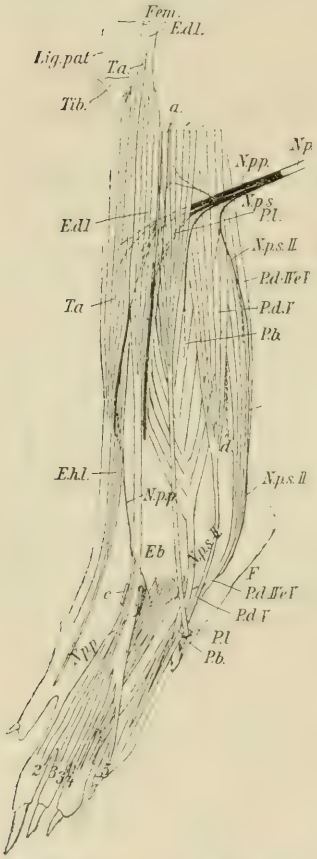
Macalister (1872) untersuchte viele Arten der *Chiroptera*. Bei *Noctulina* (S. 158) fand er den Ursprung des Peron. long. vom Cond. lat. femoris; bei *Megaderma* u. a. findet sich nur ein M. peronaeus. Auch Meckel (1826, S. 629) macht diese Angabe. Macalister findet hier einen Extensor brev. für alle fünf Zehen.

Von den **Insectivora** untersuchte ich *Erinaceus europaeus* und *Talpa europaea*.

Erinaceus europaeus, weibliches Exemplar. Hautnerven. Der N. saphenus versorgt die mediale Seite des Unterschenkels und den Zwischenzehenraum der ersten und zweiten Zehe. Der N. cut. surae lat. wird gebildet von zwei feinen Ästen, welche den proximalen Teil des Unterschenkels nicht überschreiten; vom N. tibialis geht kein N. cut. surae ab. An der medialen Seite der V. saphena

parva verläuft der N. cut. fem. post. bis zu der lateralen Seite des Fußes. Der N. peronaeus superf. kommt zwischen dem M. peron. brev. und dem M. extens. long. an die Oberfläche; er anastomosiert mit dem N. saphenus und versorgt die Zwischenzehenräume der zweiten und dritten, dritten und vierten und vierten und fünften Zehe.

Fig. 8.



Erinaceus europaeus. Die Mm. peron. long. und brev. sind nach vorn, die Mm. peron. dig. und dig. IV nach hinten gezogen. Vergr. 3/1 × 1/2.

Der M. peronaeus long. entspringt vom Capitul. fib. und von der Vorderseite des Fibulakopfes. Aus dem Muskelkörper wird halbwegs der Fibula die Sehne frei, welche über dem Mall. lat. verläuft, in die Fußsohle geht und sich an der unteren Fläche des Metatar. V und — hauptsächlich — am Metat. I inseriert. Der M. peronaeus brev. hat zwei Köpfe; der eine entspringt mit einer Sehne (Fig. 8 *a*) vom Capit. fibul. und von der Fasc. cruris; der andre von der oberen Hälfte der lateralen Seite der Fibula und vom Sept. intermusc. post. (Fig. 8 *d*); zwischen beiden Köpfen liegt der Peron. long. Die Sehne wird im Anfang des dritten Drittels der Fibula frei, verläuft hinter dem Mall. lat. und inseriert sich am Metat. V.

Hinter den beiden vorigen entspringt vom oberen Drittel der Fibula ein M. peronaeus, welcher sich bald in zwei Muskeln trennt: einen M. peron. dig. V (Fig. 8 *P.d.V.*), den vorderen, und einen M. peron. dig. IV (Fig. 8 *P.d.IV.*), den hinteren Teil. Der M. peron. dig. V bildet am Ende der oberen Hälfte der Fibula eine Sehne, welche auf derselben des Peron. brev. liegt, die Sehne des Peron. dig. IV wird am Anfang des distalen Drittels der Fibula frei und liegt hinter und unter der Brevissehne. Sie verlaufen zusammen hinter dem Malleolus. Auf dem Fußrücken geht die Sehne des Peron. dig. V in die Dorsalaponeurose der fünften Zehe über und steht im Zu-

sammenhang mit der Sehne des Peron. dig. IV. Diese geht in die Dorsalapon. der vierten Zehe und mit einem Zipfel in die der fünften Zehe. Die Sehne des Peron. brev. inseriert sich am Metat. V und schickt einen Zipfel an die beiden Per. dig. V und dig. IV. Auch der lange Strecker für die fünfte Zehe ist mit den Sehnen der Peronaei in Zusammenhang (s. die Fig. 8 *e*).

Sämtliche Mm. peronaei werden innerviert vom N. peron. superf. Der Ast (Fig. 8 *N.p.s.II.*), ein N. peron. superf. secundus, für die Mm. peron. dig. V und dig. IV verläuft distalwärts auf dem Peron. dig. IV, dann hinter dem Mall. Auf dem Fußrücken verfolgte ich den sehr feinen Ast und überzeugte mich an einem zweiten Exemplare, daß er schließlich in den M. ext. brev. ging; er verläuft unter die Sehnen der Mm. peronaei hindurch (Fig. 8 *N.p.s.II.*).

Der M. extensor digit. long. entspringt mit einer Sehne vom Condylus lateralis femoris. Aus dem Muskelkörper wird im Anfang des dritten Drittels des Unterschenkels die Sehne frei, welche in einem Fach des Lig. transv. liegt, sich bald in vier Sehnen teilt, welche auf dem Fußrücken vom Lig. fundif. (Fig. 8 *c*) festgehalten werden. Die einzelnen Sehnen gehen an die vier äußeren Zehen, der Zipfel für die fünfte Zehe ist sehr schwach (Fig. 8, *2*, *3*, *3'*, *4*, *5*). Der M. extensor hallucis long. ist sehr schwach; er entspringt von der Mitte der Vorderseite der Fibula, verläuft mit dem M. tib. ant. durch ein Fach des Lig. transv.; dann wird die Sehne frei, welche sich an der ersten Zehe inseriert. Ein Ext. hall. brev. fehlt. Der M. tibialis ant. entspringt von der lateralen Seite des oberen Drittels der Tibia und mit einigen Fasern vom Femur, neben dem Ursprung des Extens. long. (Fig. 8 *T.a.*). Die Sehne inseriert sich am Metat. I.

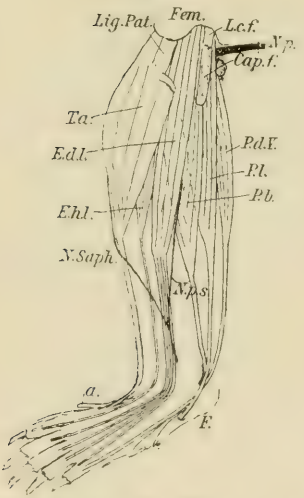
Der M. extensor dig. brevis, ein schwacher Muskel, entspringt von der oberen Seite des Calcaneus; er bildet drei Sehnen, welche sich an der zweiten, dritten und vierten Zehe inserieren; die Sehne für die zweite Zehe erreicht die Dorsalaponeurose nicht, sondern geht an die untere Fläche der langen Strecker. Alle diese Muskeln werden innerviert vom N. peronaeus profundus, s. Fig. 8. Der M. extensor brevis wird doppelt innerviert: (Fig. 8 *N.p.s.II.* und *N.p.p.*) vom N. peron. superf. II und vom N. peron. prof. Der Fußrückenast des N. per. prof. innerviert den Ext. brev. und endet an der medialen Seite der zweiten Zehe (Fig. 8 *N.p.p.*).

Talpa europaea. Ich untersuchte zwei Exemplare. Der N. saphenus ist ein starker Nerv, welcher an der medialen Seite des

M. tib. ant. zum Fuß verläuft, wo er anastomosiert mit dem N. peron. superf. und mit diesem zusammen die Zehen versorgt. Ich verfolgte den Nerv bis zu seinem Eintritt in den N. femoralis. Der N. peron. superfic. tritt an der gewöhnlichen Stelle an die Oberfläche; zwischen den Muskeln auf dem M. peron. brev. liegt er tief; er anastomosiert mit dem N. saph., nimmt teil an der Versorgung der zwei äußeren Zehen. Die Trennung des N. ischiadicus findet hoch statt. Der N. cut. surae geht hoch ab und gehört zum N. tibialis; er erreicht die laterale Seite des Fußes. Ein N. peron. prof. des Fußrückens fehlt.

Der Ursprung der Muskeln nimmt wenig Platz ein; er liegt hoch an den verschiedenen Processus und Tubercula des Unterschenkelkopfes. Der M. peronaeus long. ist ein halbgefiederter Muskel, welcher von der Hinterseite des Capitul. fibul. und vom Ligam. collat. fibulare entspringt. Die lange Sehne verläuft mit den Sehnen der beiden andern Peronaei, jedoch von denselben hinter dem Mall. lat. getrennt; er ist hier der oberflächlichste und inseriert sich mit etwa gleich starken Sehnen am Metat. V und in der Fußsohle am Metat. I. Der M. peron. brev. hat zwei Ursprünge: von der Vorderseite des Cap. fibul. und von der Fibula. Die Sehne wird im Anfang des dritten Drittels der Fibula frei und inseriert sich mit verbreiterter Sehne am Metat. V. An der Stelle, wo die Sehne hinter dem Mall. liegt, befindet sich in derselben ein Sesamkörper.

Fig. 9.



Talpa europaea. Die Muskeln sind in ihrer natürlichen Lage, die Bäuche sind auseinandergelegt. *a* Sesamknochen des Cuneiforme I. Vergr. 3/1×2/3.

Der M. peron. dig. V liegt hinter und unter den beiden vorigen; er entspringt vom oberen Drittel der Fibula und vom Sept. intermusc. fib. post.; die Sehne liegt hinter dem Mall. auf der Sehne des Peron. brev., verläuft auf dem Fuß an ihrer medialen Seite und inseriert sich am distalen Glied der fünften Zehe. Der N. peronaeus verläuft unter den M. peron. long. hindurch; er liegt verborgen unter dem Capit. fib., welches bei *Talpa* die Form eines langen Dornes hat (Fig. 9 *Cap.f.*).

Vom M. extens. dig. long. entspringen die Muskelfasern vom Cond. femoris. In der Mitte des Unterschenkels werden vier feine Sehnen frei, welche zusammen mit den beiden folgenden vom Lig. transv. und vom Lig. fundif. fixiert werden und sich an die vier äußeren Zehen inserieren.

Der M. extens. hall. long. entspringt vom oberen Drittel der lateralen Seite der Tibia, wird fixiert vom Lig. transv. und ebenso auf dem Fußrücken; er inseriert sich an der ersten Zehe. Der M. tibialis ant. entspringt vom Condylus medialis femor. und von der Vorderseite des Tibiakopfes; er ist fixiert durch das Lig. transv. und inseriert sich am Cuneiforme I. Ein M. extensor brevis digit. fehlt vollständig.

Der Mangel des Extensor brevis bei *Talpa*, während die Mm. peronaei und Extensores des Unterschenkels typisch ausgebildet sind, fällt auf. Meckel (1828, S. 647) legt auch den Nachdruck darauf. Auch bei andern Talpinae fehlt der Ext. brev. Reiche Angaben sind bei Dobson (1882/83) zu finden; er untersuchte das Muskelsystem vieler Insectivoren. Bei *Gymnura* (Part I, S. 33) fand er den M. peron. long., per. brev. und M. per. dig. V und IV und den Ext. brevis II—IV (oder I—IV). Parsons (1898, S. 322) fand übereinstimmende Verhältnisse bei *Gymnura*: der M. peron. dig. V und IV bildeten hier zwei Muskeln M. per. dig. V und M. per. dig. IV. Von *Erinaceus* untersuchte Dobson mehrere Arten (S. 55); er fand den M. peron. long., per. brev., per. dig. V und bei einigen derselben auch den M. peron. dig. IV selbständig oder als Teil des Peron. dig. V. Er beschreibt auch, daß die Sehnen oft miteinander Verbindungen eingehen. M. extensor brev. II—IV. Bei *Centetes* (S. 82) findet Dobson den Per. long., brev., dig. V und den Per. dig. IV als Fußrückensehne des Peron. brev. M. ext. brev. II und III; bei *Ericulus* (S. 83) stimmen die Befunde mit denselben des *Centetes* überein. Von *Solenodon* (S. 94) finde ich die Peronaei nicht genannt. Bei *Potamogale* (Part II, S. 105) fand Dobson die Per. long., brev., dig. V und die dig. IV und den Extensor brev. II—IV, bei *Chrysochloris* (S. 122) fehlte der Peron. dig. IV und der Ext. brev. inserierte an den langen Strecker der Zehen.

Von den Talpidae fand Dobson bei *Myogale moschata* (S. 156) und *pyrenaica* die Peronaei long., brev., dig. V und dig. IV. Der Extensor brevis wird nicht genannt; von andern Fußmuskeln wird mitgeteilt, daß sie fehlen. Bei *Condylura cristata* (S. 171) stimmen die Peronaei mit den bei *Myogale* überein; bei andern »true Moles«

(S. 165). *Scalops*, *Scapanus* und *Talpa* fehlt der Peron. dig. IV (S. 171). Auch fehlen hier noch mehr Fußmuskeln.

Wenn wir die Befunde bei den Insectivoren vergleichen mit den der schon untersuchten Gruppen, dann ergibt sich, daß sie sich an die der Edentaten anreihen: der M. extensor digit. brevis wird innerviert vom N. peron. prof. und vom N. peron. superf. II; es finden sich ein M. peron. dig. V und ein M. peron. dig. IV. Die Lage der Mm. peron. dig. V und dig. IV stimmt nicht überein mit der bei den Edentaten (*Orycteropus capensis*) (vgl. Fig. 4 und Fig. 8); die Lage dieser Mm. peronaei stimmt auch nicht überein mit der bei *Tarsius* (vgl. 1. Teil, S. 578, Fig. 8 und Fig. 8, S. 160).

Rodentia. Ich wählte für die Untersuchung *Hystrix javanica*, *Myoxus glis*, *Sciurus vulgaris*, *Lepus cuniculus*, *Cavia cobaya* und dann *Hyrax dorsalis* von den *Hyracoidea*.

Hystrix javanica, Kopf-Steißlänge 18 cm.

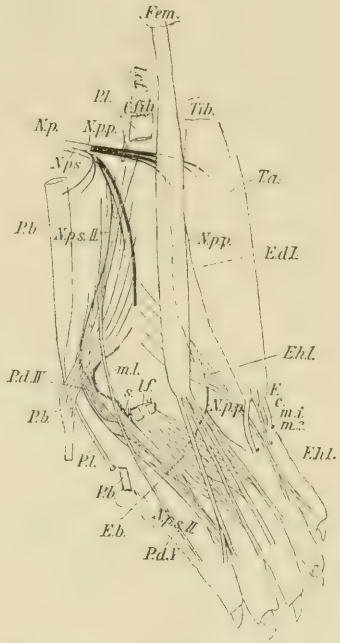
Hautnerven. Der N. saphenus an der medialen Seite des Unterschenkels versorgt die mediale Seite des Fußes und den ersten Zwischenzehenraum. Der N. cutern. surae lateralis kommt nahe dem Malleolus unter den M. biceps hervor, versorgt die laterale Seite des Fußes und die laterale Seite der fünften Zehe. Der N. peronaeus superficialis kommt zwischen dem M. ext. long. und M. peron. brev. an die Oberfläche, teilt sich in mehrere Äste für die Zwischenzehenräume der fünften und vierten, vierten und dritten und dritten und zweiten Zehe.

Der M. peronaeus long. (Fig. 10) entspringt vom Capitul. fibulae und vom oberen Drittel der Fibula; der N. peronaeus tritt zwischen den beiden Teilen hindurch. Die Sehne, welche im unteren Drittel der Fibula frei wird, verläuft hinter dem Mall. lat., getrennt von den andern Peronaei und geht proximal vom Metat. V in die Fußsohle. Der starke M. peron. brevis entspringt vom zweiten und dritten Viertel der äußeren Seite der Fibula und vom Sept. intermuscul. fib. ant.; die Sehne wird distal vom Mall. lat. frei und inseriert sich am Metat. V. Der lange dünne M. peron. dig. V entspringt oberhalb des vorigen vom ersten Viertel der Fibula. Hinter dem Mall. wird die Sehne frei, welche auf der des Peron. brev. liegt; sie geht in die Dorsalaponeurose der fünften Zehe über. Der sehr schwache M. peron. dig. IV liegt in der Tiefe, unter dem Peron. brev. Er entspringt distal vom Peron. brev. von der hinteren und äußeren Seite des distalen Viertels der Fibula. Die Sehne ver-

läuft unter den Sehnen der andern Peronaei hindurch und geht in die laterale Seite der Dorsalaponeurose der vierten Zehe, verläuft zusammen mit der Sehne des Extensor brev. für die vierte Zehe und verwächst mit derselben.

Alle Mm. peronaei werden innerviert vom N. peron. superf. (Fig. 10). Der M. extensor digit. long. entspringt mittels einer Sehne vom Condylus lateralis femoris. Der lange Muskelkörper ist bedeckt vom M. tibialis ant. Der Muskel liegt hinter dem schwachen Lig. transv.; die vier Sehnen werden auf dem Fußrücken vom Lig. fundif. fixiert. Die Sehnen inserieren sich (Fig. 10) an der fünften und vierten, vierten und dritten, dritten und zweiten Zehe. Der starke, breite M. tibialis anterior entspringt von der vorderen und äußeren Seite des Tibiakopfes und mit einigen Fasern vom oberen Ende der Tibia. Der Muskel (Fig. 10) teilt sich in drei Bäuche, von welchen kurz vor der Insertion die Sehnen frei werden; sie gehen zum Metatars. II., Metatars. I und Cuneiforme I. Der sehr schwache M. extensor hallucis long. entspringt von der vorderen Seite des unteren Drittels der Fibula. Die Sehne geht zwischen der ersten und zweiten Sehne des Tibialis ant. hindurch, wird hier fixiert und geht mit einer gespalteten Sehne an die erste und zweite Zehe (Fig. 10 *E.h.l.*).

Fig. 10.



Hystrix javanica. Der M. per. long. ist an seinem Ursprung, der M. per. brev. an seiner Insertion durchgeschnitten. Der M. per. dig. V ist nach vorn, der M. per. long. und der Per. brev. nach hinten gelegt. Der M. ext. long. ist aus dem Lig. fundif. (*l.f.*) herausgenommen, der M. tibialis ant. ist nach außen gezogen. *m.l.* Mall. lat.; *l.c.f.* Lig. collat. fibulare. (Einmal steht irrtümlich *Pb* für *Pl.*) Vergr. 3/1 × 1/2.

Der M. extensor brevis entspringt von der lateralen und oberen Seite des Calcaneus; er bildet vier Bäuche, von welchen der laterale der kleinste ist. Die vier Sehnen gehen in die Sehne des M. per. dig. IV und in die drei medialen Sehnen des M. ext. dig. long. über. Die Innervation des M. ext. dig. long., M. tib. ant., M. ext. hall. long. erfolgt vom N. peron. prof., die des M. ext. brevis

vom N. peron. prof. und vom N. peron. superfic. Vielleicht ist am M. ext. dig. brev. noch ein Rest der Zweiteilung zu sehen, wie sie beim Exemplar von *Myrmecophaga tamandua* (s. S. 141) sich fand: der laterale Teil des Extensor brev. entspringt in der Nähe des Verlaufes der Sehnen der Mm. peronaei. Von der Fascie pedis geht mit dem Lig. fundif. ein Sept. in die Tiefe, welches den Extensor brevis einigermaßen in zwei Teile trennt (Fig. 10 *s*). Der Ast des N. peron. superf., welcher den Ext. brev., den Per. dig. V und dig. IV innerviert, ist der N. peron. superficialis II, s. N. peron. prof. accessorius (Ruge). Er verläuft hinter dem Mall. lat., aber außerhalb des Faches für die Mm. peronaei. In der Malleolargegend geht ein feiner Ast ab; auf dem Fußrücken verläuft er an der lateralen Seite des Ext. brev., gibt demselben einen feinen Ast, verläuft distalwärts und endet im Zwischenzehenraum der fünften und vierten Zehe. Der N. peron. prof. nimmt seinen gewöhnlichen Verlauf, innerviert den Ext. hall. long., geht von der medialen Seite in den Extens. brev. und endet mit einem Ast auf den Metatarsalia I und II. Die Trennung des N. peronaeus in einen N. peron. superf. und prof. beim Eintritt unter den M. peron. long. ist deutlich.

Myoxus glis L., weibl. Exemplar, Kopf-Steißlänge 14 cm.

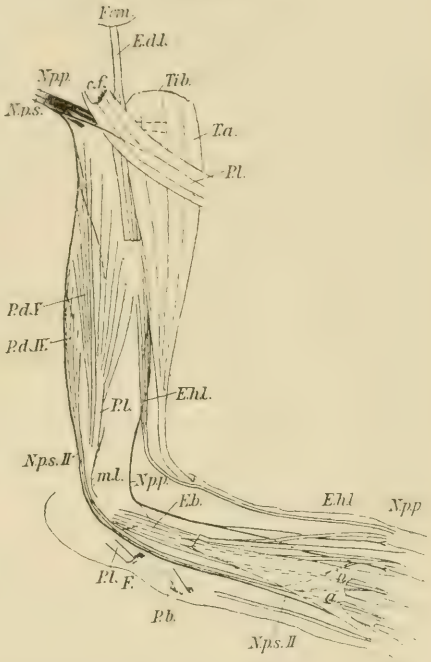
Der N. cutaneus surae versorgt die äußere Seite des Fußes; an die Haut des Unterschenkels gibt er einen kurzen Ast ab. Der N. saphenus gibt Äste an die erste und zweite Zehe und anastomosiert mit dem N. peron. superf., welcher die übrigen Zehen versorgt. Der N. peronaeus teilt sich deutlich in einen N. peron. superf. und prof. (Fig. 11 *N.p.p.*, *N.p.s.*). Vom N. peron. superf. löst sich ein N. peron. superfic. secundus ab, welcher dem M. peron. dig. V und dann dem M. peron. dig. IV einen Ast zuschickt; er verläuft distalwärts auf der hinteren Seite der Mm. peronaei, tritt dann unter einigen distalen Ursprungsmuskelfasern hindurch, verläuft hinter dem Mall. lat., geht unter die Sehnen der Mm. peron. long. und brev. hindurch, schickt einen feinen Ast in den M. ext. brev. und verläuft an der medialen Seite der fünften Zehe (Fig. 11 *N.p.s.II.*). Der Ast für den Ext. brev. zerriß leider, so daß diese Angabe nicht ganz sichergestellt werden konnte. Der N. peron. prof. liegt im Ligam. transv. unter den Muskeln; er verläuft auf dem Fußrücken (Fig. 11 *N.p.p.*) an der medialen Seite des Extensor brev., teilt sich in der Nähe der Zehen in 2 Äste für die Zwischenzehenräume der ersten und zweiten und der zweiten und dritten Zehe. Einen Ast für den Extensor brev. fand ich nicht. Die andre Extremität unter-

suchte ich speziell mit Rücksicht auf die Innervation des Extensor brevis und fand jetzt einen feinen Ast des N. peron. superf. sec. und des N. peron. prof. (Fig. 11 *N.p.p.*); es wird hier jedoch beschwerlich, durch makroskopische Präparation ganz sicher zu gehen.

Der M. peronaeus long. entspringt vom Capitul. fibul., verläuft hinter dem Mall. lat. und geht proximal vom Metat. V in die Fußsohle. Der M. peronaeus brev. entspringt vom äußeren dritten Fünftel der Fibula; Insertion: Metat. V. Die Mm. peron. dig. V und dig. IV (Fig. 11) entspringen hinter dem Peron. brev. in einer Linie proximal-distal. Der M. peron. dig. V inseriert in der Dorsalaponeurose der fünften Zehe, der M. peron. dig. IV mit dem Hauptteil der Sehne an der vierten und mit feinen Zipfeln an die fünfte, dritte und zweite Zehe (Fig. 11 *a* und *b*). Diese Zipfel treten zusammen mit den Sehnen des Ext. brevis.

Der M. extensor dig. long. entspringt mit einer Sehne vom Cond. lat. fem., verläuft unter dem Lig. transv., im Lig. fundif. und inseriert sich mit vier Sehnen an den vier äußeren Zehen.

Fig. 11.



Myoxus glis. Die Mm. peronaei, ausgenommen der M. peron. dig. IV, sind durchgeschnitten, um den N. peron. superf. II verfolgen zu können. Vom M. ext. dig. long. sind bloß Ursprung und Insertion gezeichnet. (Am Unterschenkel steht irrtümlich *Pl* für *Pb*.) Vergr. 3/1 × 2/3.

M. tib. ant. Ursprung: Tibiakopf, Hälfte der Tibia und oberes Drittel der Vorderseite der Fibula. Insertion: mit einer Sehne am Metat. I und Cuneif. I. M. ext. hall. long. Ursprung: Vordere Seite der Fibula, distal vom Tib. ant. Die Sehne wird bei der Insertion des Tib. ant. fixiert und inseriert sich an der ersten Zehe. Der sehr kleine M. ext. brev. digit. (Fig. 11) entspringt von der oberen Seite des Calcaneus und inseriert sich mit drei Sehnen an die medialen drei Zehen.

Bei *Sciurus vulgaris* finde ich den N. peronaeus deutlich in den N. peron. prof. und superfic. getrennt. Der Ramus muscularis für die Mm. peron. dig. V und dig. IV liegt an der äußeren Seite des N. peron. superf.; er verläuft distalwärts und endet in der Mitte des Unterschenkels in den Muskeln. Ich konnte ihn wenigstens beiderseits nicht weiter verfolgen. Der N. peronaeus verläuft unter den M. peron. long. hindurch. Der M. peron. brevis liegt wie beim Kaninchen vor den Mm. peron. dig. V und IV und entspringt von der äußeren Seite der Fibula; außerdem hat er einen Ursprung vom Sept. intermuscul. fibul. ant. Der M. peron. dig. V entspringt vom oberen Drittel der Hinterseite der Fibula; die Sehne liegt hinter dem Mall. auf der des Brevis. Der M. peron. dig. IV liegt vor dem Per. dig. V und hinter dem Peron. brev., der Ursprung umfaßt die mittleren drei Fünftel der äußeren Seite der Fibula; hinter dem Mall. liegt die Sehne unter der des Brevis. Der Extensor brev. bildet zwei lange Sehnen für die zweite und dritte Zehe und wird innerviert vom N. peron. prof., welcher auf dem Fußrücken im zweiten Zwischenzehenraum endet. Die Sehne des M. peron. dig. IV steht mit dem proximalen Teil des Ext. brev. für die dritte Zehe im Zusammenhang.

Lepus cuniculus. Der N. cut. surae geht vom N. ischiadicus ab und erreicht die laterale Seite des Fußes. Der N. peron. superf. versorgt alle Zehen. Der N. peronaeus durchbohrt den M. peron. long. nicht, sondern den M. peron. dig. V[1] (s. Fig. 12). Vom N. peron. superf. geht ein Ast in den distalen Teil des M. ext. dig. comm. (Fig. 12 *d*). Genauer ist es, wenn man sagt, daß der Ast zusammen mit dem N. peron. superf. verläuft; denn er ist proximal bis zu der Trennung des N. peron. in N. peron. sup. u. prof. zu verfolgen. Der Ast gehört also wohl zum N. peron. prof.

Der M. ext. long. entspringt von der Vorderseite des Condylus lateralis femoris.

Der Fußrückenast (Fig. 12 *F.r.a.*) des N. peron. prof. verläuft zwischen den Mm. tibialis und Extens. long., dann unter dem Lig. transv. (Fig. 13 *a*), liegt auf dem Fußrücken oberflächlicher, gibt einen Ast am Ext. brev. und endet mit zwei feinen Hautästen. Einer von diesen anastomosiert mit dem N. peron. superf., der andre endet auf dem Fußrücken.

Der M. peron. long. entspringt von der oberen Außenseite der

[1] Bei Krause (1868) finde ich diese Angabe nicht; wohl bei Ruge (1878 b, Fig. 16).

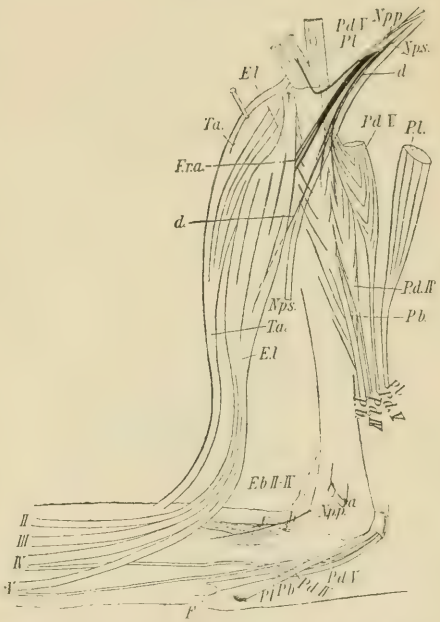
Tibia. Der N. peron. liegt mehr nach innen und durchbohrt den folgenden Muskel.

Der M. peron. dig. V entspringt mit zwei Köpfen, einem von der lateralen Oberseite der Tibia und vom Lig. coll. fibul. neben vorigem und einem zweiten vom Capitul. fibul. und eine kleine Strecke weit von der Außenseite des Unterschenkels; der Ursprung liegt also sehr proximal. Distal und vor dem letzteren entspringt der M. peron. dig. IV. Er ist auch ein ziemlich kräftiger Muskel. Der Ursprung reicht bis zum Anfang der distalen Hälfte des Unterschenkels. Vor ihm und unter dem M. peron. long. liegt der M. peron. brev. Dieser entspringt von der oberen Hälfte der Tibia und Fibula; die Sehne des Muskels wird am Ende des zweiten Drittels des Unterschenkels frei.

Der N. per. prof. (Fig. 12) innerviert die Mm. tibialis ant., Extensor long. und Extensor brev.; der N. peron. superf. die Mm. peronaei long., brev., dig. V und dig. IV.

Hinter dem Malleol. later. liegt am oberflächlichsten die Sehne des M. per. long., lateral von dieser die des Per. dig. V, dann die des Brevis und tiefer und an der Innenseite des letzteren die Sehne des Per. dig. IV.

Fig. 12.



Lepus cuniculus. Der M. per. long. und der äußere Kopf des Per. dig. V sind durchgeschnitten, und die Teile auseinandergelegt. M. ext. dig. long. und M. tib. ant. sind nach vorn gezogen. Vergr. 2,5/1 × 1/3.

Der sehr kleine M. extensor brevis entspringt vom Calcaneus an der lateralen Seite des Ligamentum fundiforme (Fig. 13 *b*) teilweise mit einer Sehne. Im Muskelkörper sind drei Portionen zu unterscheiden, welche mit einer Sehne zu den Sehnen der langen Strecker der zweiten, dritten und vierten Zehe gelangen.

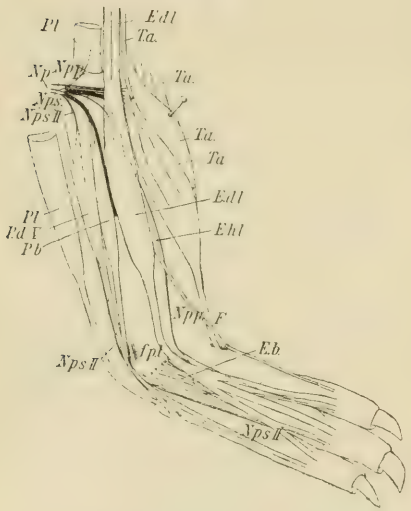
An einem zweiten Exemplar finde ich übereinstimmende Verhältnisse: der N. peronaeus tritt durch den M. peron. dig. V, dessen

äußerer Kopf dünn ist. Der feine Ast, welcher aus dem N. peron. superf. in den M. dig. long. geht, zeigt sich hier ganz deutlich als ein begleitender Ast; er kommt aus dem N. peron. prof. Fasern, welche in den M. peron. long. und Per. dig. V gehen, verlaufen über den N. peron. und treten in den N. peron. superf. Der N. peron. ist bedeckt von Ursprungsfasern des M. gastrocnemius.

Cavia cobaya. Ich untersuchte drei Exemplare.

Hautnerven. Der N. cutan. surae lat. verläuft längs der äußeren Seite des Unterschenkels, an einem Exemplar bis zur lateralen Zehe. Der N. saphenus versorgt die mediale Seite des Fußes und der inneren Zehe. Der N. peron. superfic. kommt am unteren Drittel des Unterschenkels an die Oberfläche, gibt Äste am Fußrücken ab und endet im lateralen Zwischenzehenraum. Der N. peron. prof. verläuft auf dem Fußrücken oberflächlich und versorgt den medialen Zwischenzehenraum. Wo der N. peronaeus unter den M. peron. longus tritt, geht lateral vom N. peron. superfic. (Fig. 13 *N.p.s.II.*) der N. peron. superfic. II. ab; er ist ein sehr feiner Nerv, welcher dem M. peron. dig. V einen Ast gibt und dann distalwärts läuft. Er durchbohrt den M. peron. dig. V, geht hinter dem Malleolus, dann zwischen den zwei Sehnen der Mm. peronaei hindurch (Fig. 13 *N.p.s.II.*), tritt in den M. ext. brev. und schickt seinen Endast an den Mittelfuß. An einem Exemplar war dieser Endast bis zu dem lateralen Zwischenzehenraum zu verfolgen.

Fig. 13.



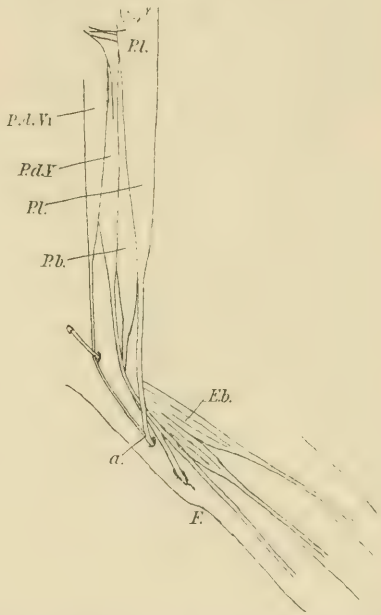
Cavia cobaya. Der M. per. long. ist durchgeschnitten; die Teile sind auseinandergelegt. *f.p.l.* Fach für den M. per. long. am Mall. lat. Der M. tib. ant. ist nach vorn gezogen; man sieht die hintere Fläche und den Kopf, welcher vom Cond. fem. entspringt. Vergr. 4/1 × 1/3.

Der M. peron. longus entspringt vom Capitulum fibulae. Hinter dem Mall. lat. liegt seine Sehne in einer eigenen Rinne vor den Sehnen der andern Mm. peronaei; sie geht proximal vom Metat. V in die Fußsohle und inseriert sich an der unteren Fläche des Metat. I. Der N. peronaeus liegt nach innen vom M. peron. long. Der M.

peron. brevis entspringt vom zweiten und dritten Fünftel der äußeren Seite der Fibula, vom Sept. intermuscul. fib. ant. und post. Die Sehne liegt hinter dem Mall. und inseriert sich am Metat. V. Der starke M. peron. dig. V (III) entspringt von der Hinterseite des oberen Drittels der Fibula. Die Sehne verläuft hinter dem Mall. auf der des M. per. brev. und geht in die Dorsalaponeurose der fünften Zehe.

An einem Exemplar (Fig. 14 *P.d.V*$_1$) fand ich außerdem noch einen M. peronaeus. Er liegt auf dem M. peron. dig. V, entspringt vom oberen Viertel der hinteren Seite der Fibula, hinter dem M. peron. dig. V. Die lange Sehne verläuft hinter dem Mall. zusammen mit dem Peron. brev. und Peron. dig. V und vereint sich am äußeren Rande des Fußes mit der Sehne des M. peron. longus. Die andern Mm. peronaei sind normal. Die zweite Extremität dieses Tieres zeigte diese Varietät nicht. An einem dritten Exemplar finde ich den M. peron. dig. V in einer andern Weise variiert. Derselbe besteht hier aus zwei Teilen, einem proximalen, dem gewöhnlichen M. peron. dig. V, und einem kleinen distalen Teil. Dieser bildet eine feine Sehne, welche zusammen mit derselben des M. peron. dig. V verläuft und in der Höhe des Mall. mit dieser verschmilzt. Der N. peron. superf. II verläuft durch den M. peron. dig. V, den proximalen Teil. Alle diese Muskeln werden vom N. peron. superfic. innerviert. Der M. ext. digit. long. entspringt mit einer doppelten Sehne (Fig. 13 *E.d.l.*) vom Condylus lat. femoris, er bildet drei Sehnen für die dritte und zweite, zweite und erste Zehe. Der M. tib. ant. ist zweiköpfig; er entspringt mit einer Sehne an der medialen Seite des Ext. dig. long. vom Condyl. femoris (Fig. 13 *T.a.*) und vom Tibiakopf. Die

Fig. 14.



Cavia cobaya (Varietät des M. per. dig. V). Der M. per. long. ist nach vorn gezogen, der überzählige Muskel (*P.d.V*$_1$) nach außen. *a* Verschmelzungspunkt der Sehne des Per. long. und des *P.d.V*$_1$. Vergr. 3/1 × 2/3.

starke Sehne inseriert sich am Metart. I. Der M. ext. hall. long. liegt zwischen beiden vorigen, entspringt von der vorderen Seite der oberen Fibulahälfte. Die Sehne verläuft über die Sehne des M. tib. ant., liegt auf dem Fußrücken medial von derselben, wird hier von einem Ligamenten fixiert und geht an die erste Zehe. Der M. ext. digit. brevis entspringt lateral vom Ligament. fundif. von der oberen äußeren Seite des Calcaneus. Aus dem feinen Muskelbauch gehen zwei Sehnen hervor für die zwei inneren Zehen.

Die letzten vier Muskeln werden vom N. peron. prof. innerviert. Der M. ext. brev. bekommt außerdem einen Ast vom N. peron. superf. II. Der N. peronaeus ist beim Eintritt unter den M. peron. long. nur lose zu einem N. peron. superf. und prof. zusammengefügt (Fig. 13). Es bestehen aber die typischen Äste.

Im Anschluß an die *Rodentia* beschreibe ich noch:

Hyrax dorsalis, Kopf-Steißlänge 27,5 cm.

Hautnerven. Am Oberschenkel verlaufen zwei kleine Nn. cutan. surae, welche am Unterschenkel nicht weit hinabreichen. Der N. saphenus ist auch schwach. Der N. peronaeus superfic. ist stark und kommt an der gewöhnlichen Stelle an die Oberfläche; ein medialer Ast anastomosiert mit dem N. peron. prof. Sie versorgen zusammen alle drei Zehen.

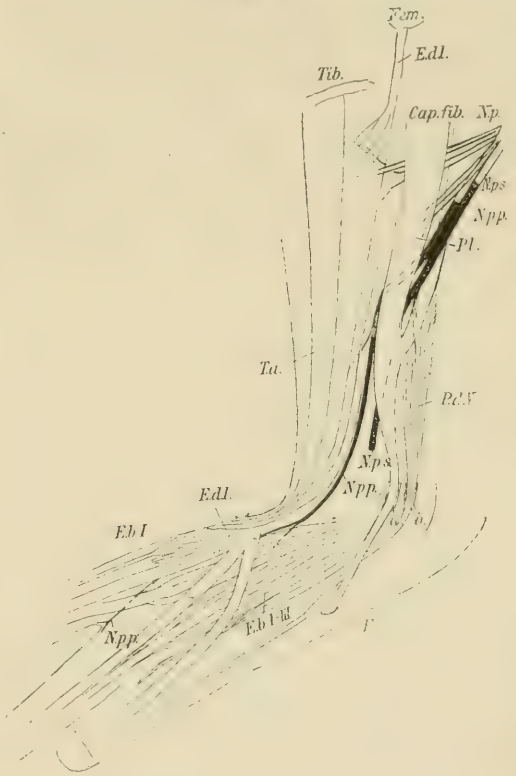
M. peronaeus longus, stark, entspringt vom Capitulum fibulae, vom Sept. intermusc. fib. ant. und mit einem Teil, welcher durch den N. peronaeus vom vorigen getrennt ist, am oberen Viertel der Fibula. Die Sehne, welche im unteren Viertel der Fibula frei wird, liegt auf — nicht hinter — dem Mall. lat. (Fig. 15 *a*) und geht proximal vom äußeren Metat. in die Fußsohle.

Der schwache M. peron. dig. V (dig. III) liegt unter dem vorigen und entspringt vom unteren Drittel der Fibula. Die Sehne wird nahe dem Mall. lat. frei, liegt auch auf ihm, jedoch getrennt und hinter der vorigen Sehne (Fig. 15 *b*), verläuft längs des Metat. V, biegt dann nach vorn um und inseriert sich am distalen Glied der lateralen Zehe. Andre Mm. peronaei fehlen.

Der M. extensor digit. long. entspringt sehnig vom Condylus lat. femoris. Aus dem langen Muskelbauch gehen auf dem Fußrücken drei von einem Lig. fundif. fixierte Sehnen für die Zehen hervor. Der starke M. tibialis ant. entspringt vom Tibiakopf, vom oberen zwei Drittel der Tibia und von der vorderen Seite des mittleren drei Fünftel der Fibula. Die Sehne wird nahe der Insertion frei; sie besteht aus vielen Bündeln (Fig. 15 *T.a.*), welche sich am Cuneif. I

und Metat. I inserieren. Der M. extensor brevis entspringt vom Fußrücken; er bildet zwei kräftige Bäuche für die erste und zweite und einen sehr schwachen Bauch für die dritte Zehe. Für die erste Zehe findet sich noch ein rudimentärer Fußmuskel. Er entspringt von der äußeren (d. h. medialen) und oberen Seite des Metatars. I und inseriert sich am ersten Metat. und mittels einer selbständigen Sehne am distalen Glied der ersten Zehe.

Fig. 15.



Hyrax dorsalis. M. per. long. ist nach vorn gezogen. Die Sehnen der Mm. peronaei sind in ihrer natürlichen Lage. Der Muskelkörper des Ext. dig. long. ist nicht gezeichnet. Die Sehnen des Ext long. und brevis für die 1. und 2. Zehe sind nebeneinander gezeichnet; die natürliche Lage ist, daß die kleinere Sehne des Ext. long. auf der breiteren des Ext. brev. liegt. Vergr. 3/1 × 1/2.

Der N. peronaeus ist lose zusammengefügt (Fig. 15 *N.p.*). Eine Trennung in einen N. peron. superf. und prof. ist nicht möglich; doch finden sich mehrere typische Äste vor. Die Fußrückenäste des N. peron. superf. und des N. peron. prof. verlaufen unter dem Peron. long. nebeneinander; mehr distal gibt der N. peron. prof. einen Ast an den M. tib. ant. ab. Dann verläuft er mit diesem Muskel unter dem Lig. transv., während der N. peron. superf. oberhalb desselben liegt, innerviert auf dem Fußrücken den M. extensor brevis, anastomosiert mit dem N. peron. superf. und verästelt sich im ersten Zwischenzehenraum.

Es findet sich kein N. peron. superf. II.

Meckel (1828, S. 626 und 640) fand bei *Hyrax* zwei Peronaei,

einen langen und einen kurzen, »welcher an das 1. Glied der 3. Zehe geht«, und den Extensor brevis für die beiden inneren Zehen.

Murie and Mivart (1865, S. 349), Windle and Parsons (1903) machen übereinstimmende Angaben, der Extensor brevis versorgt hier die drei Zehen. Der Extensor brevis erscheint in diesen vier Fällen also in drei Formen.

Von den vielen Angaben in der Literatur der *Rodentia* bei Meckel (1828, S. 642), Cuvier (1849, Pl. 205—250), Krause (1878), Gruber (1886), Ruge (1878 b) und Parsons (1894 und 1896) hebe ich hervor, daß Cuvier beim *Cochon d'Inde* (Pl. 241) einen accessorischen Ursprung des Extensor brevis von der Fibula abbildet und drei Mm. peronaei. Der Ext. brev. besteht hier aus zwei Teilen.

Bei *Sciurus niger* beschreibt v. Bardeleben (1894, S. 370) einen M. peron. long., brev., tertius und quartus, und einen Extensor brevis, welcher »goes to toes 2—5, the tendon to the fifth toe being very delicate«.

Auch aus den Untersuchungen Parsons (1894, S. 290) geht hervor, daß die Verhältnisse der Peronaei bei *Cavia* schwankend sind. Er schreibt S. 290: »In one specimen of Guinea-pig I found the peron. brev. dividing into two parts, the anterior, which was the smaller, had the usual insertion, while the posterior was attached to the anterior and upper part of the external surface of the calcaneus.«

Parsons (1894, S. 290 und 1896, S. 181), welcher 36 Arten von Nagetieren untersuchte, fand nie einen Ext. brev. für alle Zehen, wie es Bardeleben bei *Sciurus niger* beschreibt. Bei *Hydromys* fand Windle (1887, S. 57) den M. peron. long., M. peron. brev., M. peron. dig. V und M. peron. dig. IV und »the Extensor brevis sends tendons to the four outer digits«. Beddard (1891, S. 241) fand bei *Dolichotis* den Ext. brev. für die zwei inneren Zehen und »the only peroneal muscles present are the M. peron. long. and the M. peron. dig. IV; the latter has an attachment to ankle as well as to the 4th digit«. Dobson (1884, S. 245) untersuchte *Capromys*, Mivart 1882, S. 285) *Erethizon dorsatus*; er schreibt: »the Ext. brev. arises as usual and sends tendons to the four outer digits«, dann M. peron. long., brev. und digit. V. Murie and Mivart (1866, S. 388) untersuchten *Dasyprocta cristata* und verglichen die Befunde mit denen bei *Cavia*. Sie fanden den Ext. brev. für die zwei inneren Zehen, dann den M. peron. long. und peron. digit. IV.; der M. peron. brev. fehlt bei *Dasyprocta*. Sie fügten hinzu: »in one specimen of *Cavia* the M. peron. long. passed in front of the mall.« Parsons (1894,

S. 288) suchte vergebens bei drei Exemplaren von *Cavia* den femoralen Ursprung des M. tib. ant. Paterson (1887, S. 616) fand bei *Atherusca fasciculata* den N. saphenus für die Zwischenzehenräume der drei inneren Zehen bestimmt.

Bei *Bathyergus maritimus* und *Georychus capensis*, Vertretern der »mole-rats« fand Parsons einen Ext. brevis; bei beiden fehlten (S. 183) — teilt Parsons in Übereinstimmung mit Cunningham (1879, S. 11, Fig. 4) mit — »the plantar adducting and dorsal abducting muscles«. Andre Literaturangaben der mole-rats fand ich nicht. In der Zeichnung Cuviers des *Mus. capensis* L. (Pl. 212—215) sind die Fußmuskeln nicht deutlich; er fügt hinzu: »l'organisation des muscles peauciers est l'indication la plus saillante des habitudes souterrains de l'animal.« Milne-Edwards (1868—74, S. 93) behandelt die Muskulatur der hinteren Extremitäten nicht.

Macalister (1872 c, S. 159) beschreibt bei *Pteromys volans* den Peron. long., brev. und dig. V.

Man sieht, daß bei den Nagetieren als Typus die Mm. peron. dig. V und IV und der Ext. brev. III—II vorkommen, letzterer entweder bloß vom N. peron. prof. oder auch vom N. peron. superf. innerviert (*Hystrix*, *Sciurus*, *Cavia*). Ausnahmen in bezug auf die Verbreitung der Muskeln kommen vor, was aus den Angaben in der Literatur hervorgeht.

Von den **Marsupialia** untersuchte ich *Didelphys cancrivora* (Fig. 16). Hautnerven. Die Trennung des N. ischiadicus ist hoch. Ein N. cut. surae lat. besteht nicht. Der N. cut. sur. med. ist stark; er verläuft längs des Unterschenkels hinter dem Mall. lat. und versorgt die Außenseite der 5. und den Zwischenzehenraum der 5. und 4. Zehe. Der große Hautast des N. peron. superfic. verläuft oberflächlich vorn auf dem Unterschenkel und zum Fußrücken, wo er sich in mehrere Äste für alle vier Zwischenzehenräume trennt. Der laterale Ast anastomosiert mit dem N. cut. sur. med. aus dem N. tibialis. Der N. saphenus verläuft medial und versorgt die Innenseite des Fußes. Es findet sich eine starke Fascia cruris.

Der M. peronaeus long. entspringt mit zwei Köpfen, vom Capitulum fibulae und von der oberen Hälfte der Fibula (Fig. 16 *P.l.*). Der M. peronaeus brev. hat zwei Ursprünge. Der eine entsteht mittels einer Sehne vom Capitul. fibul., der andre von der Vorderseite der Fibula. Es finden sich außerdem noch drei Peronaei. Der M. peron. dig. V entspringt unter dem Peron. long. als langer, dünner Muskel. Der M. peron. dig. IV liegt tiefer und entspringt

mehr distal von der Vorderseite der Fibula. Ein M. peron. dig. III et II liegt zwischen dem vorigen und dem M. peron. long. Sein Ursprung reicht höher hinauf, als der des Peron. dig. IV. Die Sehne spaltet sich in zwei Teile für die 3. und 2. Zehe. Die drei extra-Peronaei liegen beisammen (Fig. 16); der Peron. dig. V liegt vorn und oben, der Peron. dig. IV am meisten distal und der Peron. dig. III und II nach hinten. Vor diesen Muskeln liegt der Peron. brev., hinter

Fig. 16. Fig. 16 *a*. Fig. 16 *b*.

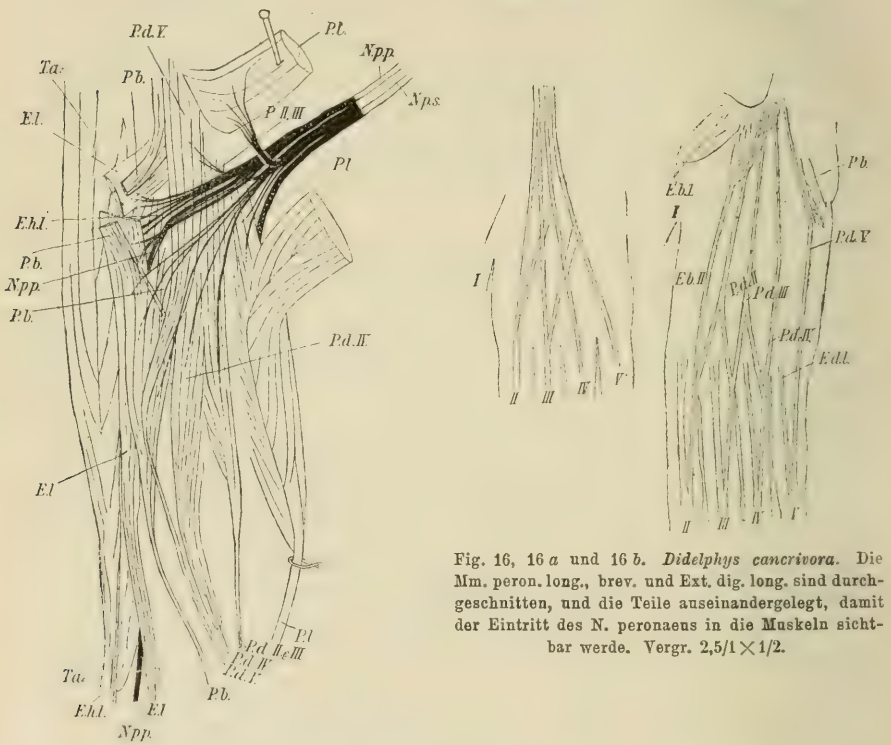


Fig. 16, 16 *a* und 16 *b*. ***Didelphys cancrivora***. Die Mm. peron. long., brev. und Ext. dig. long. sind durchgeschnitten, und die Teile auseinandergelegt, damit der Eintritt des N. peronaeus in die Muskeln sichtbar werde. Vergr. 2,5/1 × 1/2.

denselben der Peron. long. Alle Sehnen der Mm. peronaei liegen hinter dem Mall. lat. Die Sehne des Peron. dig. V liegt an der medialen Seite der Sehne des Peron. brev. Ganz in der Tiefe liegt die Sehne des Peron. long. Die Lage der Sehne des Peron. long. ist ungewöhnlich. Distalwärts bekommt dieselbe eine eigne Umhüllung, welche sie von den übrigen trennt.

Alle Mm. peronaei werden vom N. peron. superfic. innerviert. Das Septum intermuscul. fibul. ant. trennt, indem es sich an dem

Mall. lat. und dem distalen Teil der Fibula festheftet, die Mm. peronaei von den Mm. extensores.

Die besonderen Verhältnisse der Sehnen der Peronaei und der langen Strecker auf dem Fußrücken sind aus den Fig. 13 *a* und 13 *b* zu ersehen. Die Sehnen der Mm. peronaei dig. IV, III und II liegen zusammen, mehr lateral liegt die Sehne des Peron. dig. V. Ein oberflächliches Insertionsbündel der Brevissehne umschließt diese und bestimmt dadurch den Verlauf der Sehne.

Der M. extensor digit. long. entspringt von der vorderen Fläche der Fibula (Fig. 13 *a*). Die drei Sehnen verlaufen unter dem Ligam. transv. und werden auf dem Fußrücken noch besonders fixiert. Die mediale Sehne spaltet sich in zwei Teile. Die vier Sehnen gehen dann zu den vier äußeren Zehen; zwischen denselben finden sich Tenacula tendinum (Fig. 13 *a*).

Der schwache M. Extensor hallucis long. liegt zwischen Tibialis ant. und M. extens. dig. long. und inseriert sich an der 1. Zehe. Auf dem Fußrücken wird er von einem Ligamenten fixiert.

Der M. tibialis ant. ist ein kräftiger Muskel. Ursprung: Tibia und Membrana interossea. Insertion: Cuneiforme I. Er verläuft zusammen mit vorigem unter dem medialen Teil des Ligam. transv. Der M. extensor digit. brev. (Fig. 16 *b*) entspringt von der lateralen Seite des Fußrückens. Er besteht aus zwei gleich starken Teilen, welche sich an der 1. und der 2. Zehe inserieren. Die Fascie, welche den Extens. brev. bedeckt, trennt ihn von den Sehnen der Mm. peronaei; letztere liegen auch oberflächlicher.

Diese vier Muskeln werden innerviert vom N. peron. prof. (Fig. 16). Der Fußrückenast (Fig. 16 *n.p.p.*) verläuft zwischen dem M. tibialis ant. und dem M. ext. hall. long.: er gibt letzterem einen Ast ab, verläuft unter ihn hindurch und kommt zwischen Extensor hall. long. und Extens. digit. long. zu liegen.

In der Literatur finden sich viele Angaben. Meckel (1828, S. 645) fand bei *Didelphys* Mm. peronaei für die 3., 4. und 5. Zehe. Der M. peron. dig. V ging vom äußeren Oberschenkelknorren und vom Wadenbein ab. Der kurze Strecker entsprang vom Fersenbein und ging an die 1. und 2. Zehe. Außerdem teilt Meckel mit, daß der kurze Strecker bei den Beuteltieren ganz fehlen kann. Cuvier gibt Abbildungen von: *Didelphys cancrivora* Pl. 174, *Phalangista cavrifrons* Pl. 178, *Macropus minor* und *major* Pl. 182—199. Haughton (1864—66, S. 475) untersuchte *Macropus* (vier Exemplare), *Opossum* und *Phalangista*; von den beiden letzten macht er nur spärliche

Angaben. Vom *Kangaroo* beschreibt er den M. peron. long., brev. und tert. Die Beschreibung ist nicht deutlich.

Macalister (1870, S. 172 und 1872) untersuchte *Phascolomys* und *Sarcophilus*. Er findet bei *Sarcophilus* fünf Mm. peronaei: M. peron. long., brev., dig. V, IV und III. Beim *Kangaroo* fand er den Peron. dig. V und IV. Bei zwei Exemplaren von *Phascolomys* findet er bloß den M. peron. brev. und peron. long. und eine Fußrückensehne für die 5. Zehe. Bei allen Beuteltieren, welche Macalister untersuchte, an d er den Extensor dig. brev. für die inneren zwei Zehen.

Ruge (1878 b, S. 600) untersuchte *Didelphys virginiana*, *Did. cancrivora* und *Dasyurus hallucatus*; er fand auch die Mm. peron. long., brev., dig. V, IV und III, II und den Ext. brev. I und II. Bei *Dasyurus* fehlte der letzte. Ruge findet den Ursprung vom Peron. dig. IV mehr proximal als den vom Peron. dig. III, II und schließt hieraus, »daß es die lateralen Zehenmuskeln sind, welche am längsten und hartnäckigsten ihren proximalen Ursprung beibehalten«. Bei *Didelphys cancrivora* (Fig. 16) finde ich umgekehrt den Ursprung des M. peron. dig. III, II mehr proximal als den des M. peron. dig. IV; es spricht dies also gegen die Muskelwanderung. Young (1882, S. 236) untersuchte 3 Exemplare von *Phascolarctos cinereus*; auch Macalister (1872 a) untersuchte dieses Tier. Sie fanden den M. peron. long., M. peron. brev., M. peron. dig. V und M. peron. dig. IV; den M. ext. brev. für die 2. und 3. Zehe (Young). Cunningham (1882, S. 45) untersuchte *Thylacinus cynocephalus*, *Phalangista maculata*, *Phascogale cahua*, *Dasyurus viverrinus* und *Phalangista vulpina*.

Bei *Thylacinus* findet er M. peron. long., brev., dig. V, IV und III, II; keinen Extens. brevis des Fußrückens; bei *Cuscus* einen Peron. dig. V und IV und einen Ext. brev. für die 2. und 3. Zehe. *Cuscus* stimmt also mit *Phascolarctos* überein. Auch am Exemplar von *Dasyurus* fehlte nach Maccormick (1887, S. 103) der Extensor brevis.

Gruber (1886, S. 74 und 72) findet bei *Didelphys marsupialis* den M. peron. dig. V, und als einen Muskelbauch mit drei Sehnen den M. peron. dig. IV, III et II. Bei *Phalangista vulpina* und *Phascolarctos cinereus* findet er die Mm. peron. dig. V und dig. IV. Der M. extensor brevis wird nicht erwähnt.

Windle and Parsons (1898, S. 128) untersuchten noch *Macropus rufus* und fanden Peron. long. und Peron. dig. V. Thompson und Hillier (1905, S. 321) finden bei drei Exemplaren von »the marsupial Mole« *Notoryctes typhlops* zwei Peronaei: einen M. peron. long. und brev., aber keinen M. peron. dig. V. Auch wurde kein M. ext.

dig. brev. gefunden: »although careful search was made for this muscle in *Notoryctes*, no trace of it was found. In this respect the animal differs from the other marsupials which has been described.« Cunningham (s. oben) fand bei *Thylacine*, Ruge bei *Dasyurus* keinen Extensor brev. Merkwürdig für *Notoryctes* ist also vielmehr, daß sich bloß zwei Peronaei, Per. long. und brev., finden, *und* kein Ext. brev.; vgl. *Talpa* (S. 163).

Die Angaben der Innervation, welche Ruge und Cunningham (1882, S. 147) machen, stimmen mit den meinigen überein. Allein sie führen nicht methodisch die Einteilung des N. peron. in einen N. peron. superfic. und N. peron. prof. durch.

Bei den Beuteltieren ist also aus dem Material der Mm. peronaei namentlich, der zweite (kurze) Strecker des Fußes gebildet, aber nicht wie bei *Myrmecophaga*, *Orycteropus* u. a. in der Form eines kurzen Streckers, sondern als ein langer Strecker. Ruge nennt denn auch diese Extra-Peronaei Extensores breves. Jedoch der eigentliche Extensor brevis, innerviert vom N. peron. prof., beschränkt sich auf zwei oder drei Zehen, (*Didelphys*, *Phascolarctos*) oder fehlt gänzlich (*Dasyurus*, *Thylacine*, *Notoryctes*).

Zuletzt untersuchte ich die **Monotremata** und zwar *Echidna* und *Ornithorhynchus*.

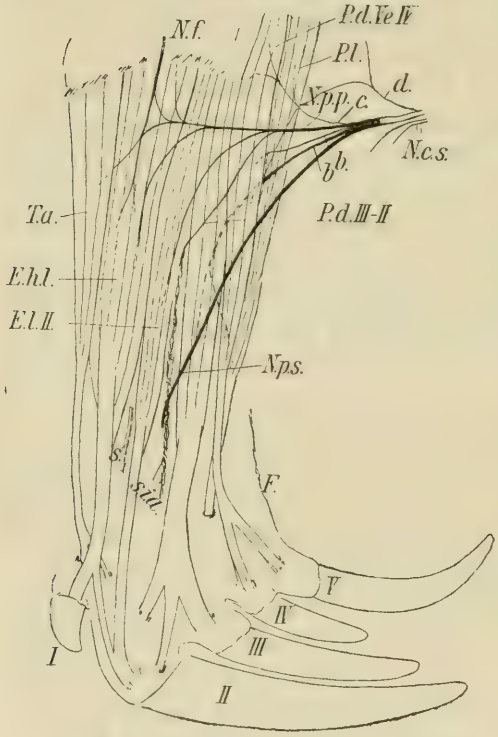
Echidna, erwachsenes Exemplar, 45 cm Kopf-Steißlänge.

Hautnerven. An der medialen Seite des Unterschenkels findet sich die V. saphena und vor dieser ein feiner Ast des N. saphenus. Der N. cut. surae verläuft an der lateralen Seite und besteht aus mehreren Ästen. Am 3. Drittel des Unterschenkels kommt der N. peron. superf. zur Oberfläche, medial vom Sept. intermuscul. fib. ant. Er teilt sich hier in zwei Äste, von welchen der eine nach der lateralen Seite, der andre nach der medialen Seite des Fußes verläuft. Von diesem geht ein starker Ast zum Zwischenzehenraum der 2. und 3. Zehe. Die andern Äste waren nicht bis zu den Zehen zu verfolgen. Der N. peronaeus profundus nimmt einen ungewöhnlichen Verlauf, nämlich über den Muskeln, nicht unter denselben; er verästelt sich an den Mm. ext. hall. long., tib. ant. und Ext. long. dig. II; ein feiner Ast folgt dem Sept. intermusc. fib. ant. Mehr oberflächlich verläuft noch ein Ast, welcher in den *Pannic. carnosus* tritt.

Mm. peronaei. Dadurch, daß bei *Echidna* der Malleolus fehlt, entscheiden andre Kriterien für die Benennung. Das Septum intermuscul. fibul. ant. (Fig. 17, *S.i.a.*) ist schwach ausgebildet; die Trennung des N. peronaeus in einen N. peron. superf. und einen N. peron. prof. ist

nicht sehr scharf. Die Muskeln, welche lateral vom Septum intermuscul. liegen, sind als Mm. peronaei aufzufassen. Der M. peronaeus longus entspringt von der lateralen, oberen Hälfte der Fibula. Die Sehne wird an deren unterem Drittel frei und geht zwischen Calcaneus und Cuboid in die Fußsohle. Sie inseriert sich mit einem Zipfel am Metat. V, mit einem andern an der unteren Fläche des 1. und 2. Metatarsale. Ein eigentlicher M. peronaeus brevis fehlt. Dafür finden sich zwei andre Peronaei. Ein M. peron. dig. V und IV liegt vor dem vorigen. Er entspringt hoch oben von der Fibula. Aus dem langen, dünnen Muskelkörper geht im unteren Drittel der Fibula die Sehne hervor, welche über der Sehne des Peron. long. liegt; sie inseriert sich mit einer in mehrere Zipfel gespaltenen Sehne am 1. und 2. Phalanx der 5. und der 4. Zehe (Fig. 17). Ein M. peron. dig. III und II liegt zwischen dem vorigen und dem M. ext. dig. long., vom letzteren durch das Sept. intermuscul. fib. ant. (Fig. 17 *a*) getrennt. Er entspringt vom oberen Drittel der Fibula und vom Septum intermuscul. und ist der kräftigste der drei Peronaei; er bildet eine breite Sehne, welche sich auf dem Fuß in Zipfel für die 3. und die 2. Zehe (Fig. 17) spaltet.

Fig. 17.



Echidna. Die Verzweigung des N. peronaeus und des N. femoralis an den Muskeln. Vergr. 2/1 × 1/2.

Medial vom Sept. intermuscul. liegen drei andre Muskeln: ein M. extensor longus dig. II und zwei, welche als M. extensor hall. long. und Tibialis ant. aufzufassen sind. Der M. extensor long. dig. II entspringt von der oberen Hälfte der vorderen Seite der

Fibula, bildet eine Sehne, welche sich am distalen Glied der 2. Zehe inseriert (Fig. 17, *E.l.II.*). Der M. extensor hall. long. entspringt vom oberen Drittel der lateralen Seite der Tibia und mit einigen Fasern von der Fibula; er ist ein starker Muskel. Seine breite Sehne inseriert sich am Endglied der 1. Zehe; mit einem schwächeren Teil geht sie in die Sehne des vorigen über (Fig. 17). Der Ext. hall. long. ist, bevor er den Fußrücken erreicht, gegen den M. ext. dig. II durch eine Scheidewand (Fig. 17 *s*) getrennt.

Der M. tibialis anterior entspringt medial vom vorigen, an der Vorder- und Innenfläche des oberen Drittels der Tibia; er ist schwächer als der Extensor hall. long. und inseriert sich mit einer gespalteten Sehne auf dem Fußrücken am distalen Ende des 1. und 2. Metat. Auf dem Fußrücken finden sich keine Muskeln.

Die Innervation ist merkwürdig, sie stimmt überein mit der von Ruge für *Ornithorhynchus* angegebenen: der Tibialis ant. und der Extens. hall. long. bekommen Äste des N. femoralis (Fig. 17, *n.f.*). Dieser Ast anastomosiert mit dem Ast des N. peron. profundus. Der M. ext. long. dig. II erhält nur einen Ast des N. peron. prof. Beide Extremitäten stimmen bezüglich der hier untersuchten Muskeln und Nerven überein.

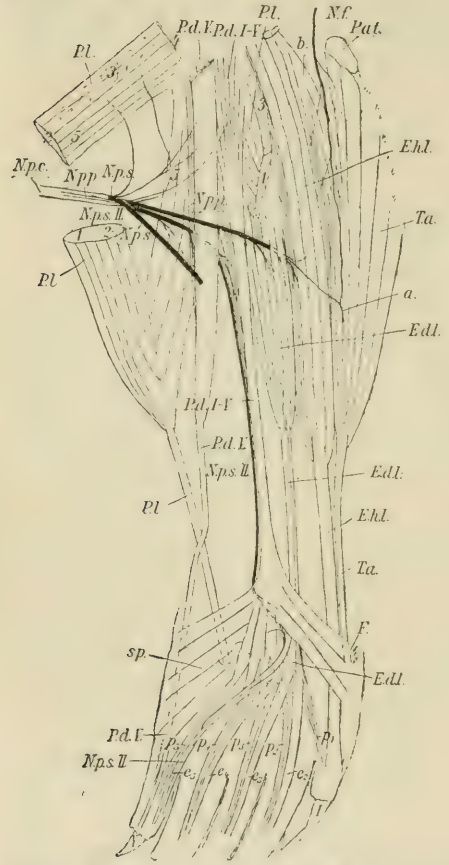
Es ist nicht möglich, den N. peronaeus vollständig in einen N. peron. prof. und einen N. peron. superf. zu trennen. Der Ast (Fig. 17 *b*) des N. peron. superf. ist für die Mm. peronaei bestimmt; zwei feinere andre Äste (Fig. 17 *c* und *d*) welche zu den Mm. peron. dig. V und IV gehen, verlassen den N. peronaeus, bevor die Trennung in N. peron. prof. und N. peron. superf. stattgefunden hat.

Ornithorhynchus. Der N. saphenus verläuft längs der medialen Seite des Unterschenkels, gibt Äste an der Kniegegend und versorgt die drei medialen Zehen. Da das Material schon für andre Zwecke benützt gewesen ist, war ich nicht imstande, die Innervation für die laterale Seite des Fußes festzustellen. Der N. peron. superf. verläuft unter einem Teil des M. peron. long. Diese Teile sind an den beiden Extremitäten sehr verschieden stark, rechts umfaßt er nur wenige Fasern. Der Nerv kommt dann zur Oberfläche, verläuft über die Vorderseite des Unterschenkels, geht auf dem Fußrücken mehrere Anastomosen mit dem N. saphenus ein und versorgt die 2., 3. und 4. Zehe.

Der M. peronaeus long. entspringt vom oberen äußeren und vorderen Drittel der Fibula von der Fasc. cruris und vom Sept. intermuscul. fib. post. und ant. Der N. peronaeus teilt denselben in

zwei unselbständige Köpfe. Im 3. Drittel der Fibula wird die Sehne frei, welche mit der folgenden auf dem lateralen Teil der Vorderseite des Fibulaendes verläuft. Auf dem Fußrücken geht die Sehne zwischen zwei Knochen des Mittelfußes — an einem derselben findet eine Insertion statt — in die Fußsohle und inseriert sich hier am 1. Metatarsale. Der M. peronaeus dig. V liegt unter dem vorigen und entspringt vom oberen Drittel der Fibula. Die Sehne wird im Anfang des 3. Fibuladrittels frei, verläuft mit der Sehne des Peron. long. lateral und vorn auf der Fibula und inseriert sich mit einer gespalteten Sehne am 1. und 2. Glied der 5. Zehe. Ein 3. M. peronaeus: ein M. peron. digit. I—V liegt unter dem vorigen und entspringt vom oberen Drittel der Fibula; er liegt dem Knochen direkt auf, welcher gehöhlt und dadurch geeignet ist, den drei Muskeln, welche aufeinander liegen, Platz zu gewähren. Aus dem dünnen, breiten und schwachen Muskel geht im Ende der oberen Hälfte der Fibula die breite Sehne hervor, welche an der medialen Seite der beiden vorigen und divergierend von diesen verläuft. Auf dem Fußrücken bildet die Sehne eine sehr dünne Platte, welche sich über den ganzen Fußrücken ausbreitet (Fig. 18, *s.p.*). Diese Platte hat auch Verbindungen mit der starken Fascia pedis. Der proxi-

Fig. 18.



Ornithorhynchus. Der äußere Kopf des M. peron. long. ist durchgeschnitten, und die Teile sind auseinandergelegt (die Ziffern geben an, welche Flächen einander bedeckt haben). Vom M. peron. dig. V ist der mediale Teil seines Ursprungs gelöst und der Muskel dann zusammengefaltet. Beide Muskeln sind nach außen gezogen.

p_1—p_5 die Sehnen des M. peron. I—V.

e_2—e_5 die Sehnen des M. ext. long.

(Die Sehnen *p* und *e* sind nebeneinander gezeichnet, sie liegen etwas untereinander: *p* unter *e*.) Vergr. 2/1 × 1/2.

male mediale Plattenteil bedeckt die Sehne des langen Streckers und inseriert sich am inneren Rande des Mittelfußes. Aus der Platte treten als selbständige Teile (Fig. 18 p_{1-5}) fünf Sehnenzipfel hervor. Die Sehnen des Extensor long. liegen oberflächlich von denen des M. peronaeus. Letztere sind für alle fünf Zehen bestimmt, doch schwach, was namentlich für die 1. Zehe gilt. Die eigentümliche Stellung des Fußes ist der Grund, daß die Sehnenzipfel in einer Richtung von medial nach lateral verlaufen, im Gegensatz zum Verlauf der Sehnen des Extensor brevis bei den Säugetieren. Diese drei Muskeln werden vom N. peron. superf. innerviert.

Der M. extensor digit. long. liegt medial von den Peronaei, entspringt vom oberen Drittel der medialen Seite der Fibula. Die Sehne wird auf dem Fußrücken von einem Ligament. fundif. festgehalten, welches vom medialen Teil des Tarsus entspringt (Fig. 18). Die Sehne teilt sich in fünf Zipfel; derselbe für die 1. Zehe ist sehr schwach (Fig. 18). Der M. extensor halluc. long. entspringt vom Femur und vom oberen Drittel der Fibula und der Tibia. Die kräftige Sehne verläuft zusammen mit der des folgenden Muskels an der medialen Seite des Unterschenkels und bildet eine lange Insertion am 1. und 2. Glied der 1. Zehe. Der M. tibialis ant. entspringt vom Femur und vom oberen Drittel der Tibia. Er inseriert sich am distalen Ende des Metat. I. Beide Muskeln hängen im ganzen Verlauf eng zusammen. Auf dem Fußrücken liegen sie in Scheiden, sind an denselben befestigt. Die drei letztgenannten Muskeln werden vom N. peron. prof. innerviert, die M. ext. hall. long. und M. tib. ant. auch vom N. femoralis (Fig. 18). Diese merkwürdige Tatsache wurde von Ruge festgestellt (1878 b).

Es ist mir nicht möglich gewesen, den N. peronaeus in einen N. peron. superfic. und einen N. peron. prof. zu zerlegen. Es besteht der Hautast des Fußrückens des N. peron. superfic. als selbständiger Ast. Er wird proximal vom Eintritt des N. peron. in den M. peron. long. selbständig, liegt (Fig. 18.*N.p.s.*) an dem oberen Rand des N. peronaeus und verläuft über den N. peron., bevor er seinen Verlauf längs des Unterschenkels einschlägt. Ein zweiter, selbständiger Ast ist der N. peron. superfic. secundus (Fig. 18 *N.p.s.II.*, welcher tiefer an der äußeren, unteren Seite des N. peronaeus liegt. Er verläuft unter dem M. peron. dig. V hindurch, dann längs des M. peron. dig. I—V und endet auf dem Fußrücken an der medialen Seite der fünften Zehe (Fig. 18 *N.p.s.II.*); er innerviert den hinteren Kopf des M. peron. long., den M. peron. dig. V und den M. peron.

dig. I—V. Ein Teil der übrigen feinen Äste zeigt ihre Zusammengehörigkeit, indem sie zusammen unter dem M. peron. long. und dem M. ext. long. hindurch verlaufen (Fig. 18) und den N. peron. profundus bilden. Der Rest tritt in den oberen Teil des M. peron. long. und des M. peron. dig. V ein. Der N. peron. superfic., der N. peron. superf. II und diese Muskeläste bilden distal vom N. peron. comm. keinen einheitlichen N. peron. superf. Es findet sich kein Fußrückenast des N. peron. profundus.

Der N. peron. superf. II versorgt an der andern Extremität den Zwischenzehenraum der vierten und dritten Zehe und den der fünften und vierten Zehe; er gibt auch einen feinen Ast zum Tarsalgelenk ab. Der N. femoralis durchbohrt den M. ext. crur., durchsetzt die Fasern des Tib. ant., welche vom Fibulakopf entspringen (Fig. 18 *b*) und erscheint zwischen dem M. tib. ant. und dem M. ext. hall. l. am Unterschenkel. Sein feiner Endast anastomosiert mit dem Endast des N. peron. prof. (Fig. 18 *a*).

Meckel, Cuvier, Mivart, Alix, Ruge, Westling und Manners-Smith[1], welche *Ornithorhynchus* und *Echidna* untersucht haben, finden wohl dieselben Muskeln, welche hier beschrieben sind; ihre Nomenklatur ist jedoch verschieden. Mivart (1866, S. 393), Alix (1867, S. 406 und 412) und Westling (1889, S. 36) untersuchten *Echidna*. Mivart und Westling fügen auch Abbildungen an ihre Beschreibung hinzu. Mivart faßt den M. tib. ant. und M. hall. long. als Mm. tibiales antt. auf, den M. extensor long. dig. II, von welchem er auch die Insertion an der zweiten Zehe angibt, als Extensor hall. long. Alix gebraucht dieselben Namen wie ich; er nennt den Ext. long. II »un premier faisceau de l'extensor superficiel des doigts«. Die beiden Mm. peron. dig. II und III, IV und V beschreibt Mivart als Extensor long., Alix als »second faisceau de l'extens. superfic. des doigts«. Westling nennt den M. peron. dig. III—II Extensor comm. und den M. peron. dig. V—IV M. ext. dig. V—IV; sie fügt hinzu, daß letzterer vielleicht zur Peron.-Gruppe gehöre und ein Ext. brev. sei. Ihre Angaben der Innervation (1889, S. 54) stimmen auch mit der von mir gemachten überein. Meckel (1826, S. 29) beschreibt den Peron. dig. I—V und den M. ext. dig. long. als kleinen und großen M. ext. dig. comm. long., den ersten faßt er als Extensor brevis auf. In der Abbildung liegt die Sehnenausbreitung des

[1] Erst während des Druckes erhielt ich die Arbeit Eislers: Die Homologie der Extremitäten, 1895, zur Einsicht. Besser als hier und jetzt kann ich in einer folgenden myologischen Arbeit auf dieselbe eingehen.

Peron. dig. I—V tiefer als die des Ext. long. In meinem Fall (Fig. 18 *P.d.I—V.* und *E.d.l.*) liegt die Sehnenausbreitung des Peron. dig. I—V oberflächlicher als die Sehnenplatte des Ext. long., die distalen Endzipfel liegen jedoch tiefer als die des Ext. long. und stimmen also mit Meckels Fall überein. Den M. peron. long. und per. dig. V beschreibt Meckel als M. peron. superfic. und profundus; vom letzteren gibt er an, daß derselbe sich am Metat. V inseriere. Auf der Figur (Taf. V) bezeichnet er als Peron. brev. einen Muskel (40), welcher kein Peronaeus ist, und als Extensor dig. V accessorius (44) den Peron. dig. V. Alix (1867, S. 407) nennt den Peron. dig. I—V Extenseur latéral des doigts und den M. per. dig. V court péronier latéral (Per. brev.). Ruge (1878b, S. 593) beschreibt den Peron. long., den M. extens. brev. und den M. peron. brev.; der letzte »stellt nur einen Teil des Extensor brevis dar«. Ruge nennt diesen Muskel dann auch später (S. 594) Extens. brev. dig. V; es ist unser Per. dig. V und der Ext. brev. unser M. peron. dig. I—V. Der Ext. brev. versorgt im Falle Ruges die vier inneren Zehen, in dem Fall Alix ist der Zipfel für die fünfte Zehe sehr schwach, in dem Fall Meckels und in meinem Fall finden sich Zipfel für alle fünf Zehen. Ich finde keinen Grund, den Per. dig. V mit Ruge als einen Teil des M. per. dig. I—V aufzufassen: es sind beide selbständige Muskeln. Westling (1884, S. 40) beschreibt, daß in ihrem Exemplar des *Ornithorhynchus* der N. peron. superfic. II in der Kapsel des Fußgelenkes endigte. Auch im Falle Ruges (1878b, S. 598; Fig. 2 *n.t.*) verhielt der N. peron. superf. sec. sich in dieser Weise. Manners-Smith (1894, S. 708) schließlich macht übereinstimmende Angaben. Er beschreibt und zeichnet (1889, S. 54) einen selbständigen Extensor indic.; den Per. dig. V nennt er Per. brevis. Er fand auch den M. tib. ant. und »the superficial head of the ext. hall.« innerviert vom N. femoralis.

Es finden sich wenige Punkte der Übereinstimmung in den Verhältnissen der Mm. peronaei bei *Ornithorhynchus* und *Echidna*. Bei beiden finden sich drei Mm. peronaei: ein M. peron. long., bei *Ornithorhynchus* der M. per. dig. V und M. peron. dig. I—V, bei *Echidna* der M. per. dig. V—IV und M. peron. III—II. Diese Muskeln direkt voneinander herzuleiten, ist nicht möglich, da die Lage eine verschiedene ist. Interessant ist bei beiden Tieren die Innervation des M. tib. ant. und des M. ext. hall. vom N. femoralis. Ruge (1878b, S. 599), der dieselbe für *Ornithorhynchus* feststellte, schließt hieraus, daß der M. tibialis ant. und Ext. long. bei den Monotremen nicht homolog mit den gleichbenannten Muskeln der übrigen Säugetiere

sind. Cunningham (1882, S. 7) bestreitet die Auffassung der unveränderlichen Beziehung zwischen Innervation und Homologie und führt u. a. die Monotremen als Beispiel an.

Gadow (1881, S. 459; 1882, S. 510 und 514) hat nachgewiesen, daß bei niederen Wirbeltieren (Reptilien) die Innervation eines Muskels von zwei verschiedenen Nerven öfters vorkommt. Im Sinne seiner Auffassung ist also die Innervation der Mm. tib. ant. und ext. hall. long. von zwei Nerven bei den Monotremen ein Zeichen der niederen Stellung dieser Tiere. Es kommt mir vor, daß in diesem Falle die Auffassung Gadows derselben Ruges vorzuziehen ist. In andern Fällen ist sicherlich die Versorgung eines Muskels von zwei Nerven die Folge davon, daß derselbe fremde Elemente in sich aufgenommen hat, und die Innervation gibt dann den sicheren Maßstab für die vgl. anat. Deutung ab.

Ruge (1878 b, S. 608) vertritt die Ansicht, daß bestimmte Muskelbäuche des Ext. brev. (d. h. der Mm. peronaei) vom Unterschenkel bis auf den Fußrücken gewandert sind. Nach Ablauf dieses Vorganges entwickelte sich der Mall. lat. Gegen diese Annahme sprechen einige Tatsachen: 1) Das Vorkommen eines M. peron. dig. V sup. zugleich mit einem M. ext. brev. dig. V bei *Myrmecophaga tamandua* (Fig. 3); 2) Das Verhalten des M. peron. dig. V bei den *Prosimiae* und *Chiroptera*, bei welchen der M. peron. dig. V als ein sich rückbildender, der M. ext. brev. als ein progressiver Muskel aufzufassen ist (s. S. 158); 3) das Fehlen der Zwischenformen. Ruge verlegte die Muskelwanderung in eine Zeit, wo bei den betreffenden Tieren der Mall. lat. sich noch nicht entwickelt hatte. Das Auftreten des Mall. war das hemmende Moment für weitere Wanderung. In dieser Hinsicht ist es einigermaßen befremdend, daß sich bei Tieren mit einem wenig ausgebildeten Malleolus, wie *Hyrax* und *Bradypus*, ein Extensor brevis für alle Zehen findet. Bei *Hyrax*, Fig. 15, vgl. auch Mivart (1865) liegen die Mm. peronaei an der lateralen Seite des distalen Fibulaendes. Daß bei den Mm. peronaei übrigens gar keine Muskelwanderung stattfinde, zeigen die Tatsachen ebenfalls nicht. Die Varietäten des M. peron. dig. V posterior, namentlich die Fälle Hyrtls und Grubers (ersten Teil dieses Aufsatzes S. 552) sprechen dafür. Es sind dies jedoch Beispiele der Muskelwanderung eines rudimentären Muskels: der M. peron. dig. V post. kommt nur atavistisch und rudimentär vor. Der M. peron. dig. IV post., welcher bei *Orycteropus capensis* (Fig. 4) als rudimentärer Muskel vorkommt, gehört wahrscheinlich auch zu dieser Gruppe.

Zwischenformen zwischen Peron. dig. V sup. und Peron. dig. V post. finden sich jedoch nicht, und außerdem zeigen erstere bei den Prosimiae einen eignen Weg der Rückbildung.

Der Prozeß, welcher hier bei den Mm. peronaei der Zehen verfolgt worden ist, ist nicht ein Prozeß der Muskelwanderung, sondern der Rückbildung.

Wie der M. ext. dig. brev. auf den Fußrücken gelangt, kann die vollständige Phylogenese und die Ontogenese dieses Muskels lehren. Aus den Arbeiten von Meckel, Gadow, Humphry, Mivart, Davidoff, Schomburg u. a. scheint hervorzugehen, daß derselbe eine tiefere Schicht der Streckermasse ist. Schomburg (1900, S. 49 und Fig. 12 und 13) teilt mit, daß beim menschlichen Embryo der 6. Woche der M. ext. brev. eine selbständige Anlage und im Zusammenhange mit den Mm. peronaei und dem M. tibialis ant. ist.

Den Ausgangspunkt für die Rugesche Theorie bilden die Verhältnisse bei *Ornithorhynchus*: das Vorkommen des M. peron. dig. I—V und dig. V und das Fehlen des M. extens. brev. des Fußrückens. Parsons (1898, S. 412 und 746) schreibt in einer myologischen Abhandlung: »in working at carnivores, rodents and insectivores, one feels that one is close to the main track by which the primates have been evolved from more lowly ancestors, a feeling that is not nearly so strong, when one is dealing with monotremes, marsupials, edentates or ungulates, the muscles of which are more specialised« und S. 321 »*Gymnura* (ein Insectivor) is an extremely good animal in which to study the peroneal muscles in their most generalised arrangement.«

Als Bedenken gegen die Auffassung Ruges muß angeführt werden, daß bei *Echidna* ebenso der M. extensor brev. fehlt, auch bei *Talpa europaea* und andern »true moles« (S. 163). Bei *Notoryctes typhlops* »the marsupial mole« (S. 178) fehlt der M. ext. brev. und von den Mm. peronaei finden sich bloß der M. peron. long. und brev. Bei den »mole-rats« (S. 175) fand sich ein M. ext. brev., während einige andre Fußmuskeln fehlten. Eine merkwürdige Übereinstimmung unter den verschiedenen »moles« prägt sich hierin aus.

Wenn wir am Schlusse der Untersuchung einen Blick werfen über die Grenze der Säugetiergruppe hinaus in das Gebiet der niederen Wirbeltiere, dann finden wir in den Befunden bei den Reptilien, von Gadow (1881) mitgeteilt, Verbindungspunkte mit den Ergebnissen dieser Arbeit. Gadow (1881, S. 354 u. ff. Fig. 37, 47) beschreibt nämlich einen N. peron. superfic. und profundus; diese Nerven nehmen

beide an der Innervation der kurzen Strecker des Fußrückens teil. Außerdem ist hier der M. ext. dig. brev. nicht ein einheitliches Gebilde, sondern derselbe besteht aus selbständigen Teilen (Fig. 37 und 45, S. 438, Nr. 25 und 26). Das gleiche gilt unter den Vögeln von den Ratiten (Gadow, 1880, S. 54, Taf. 4 Fig. 4 und Taf. 5 Fig. 3).

Ich danke Herrn Prof. Langelaan, dem Direktor des Instituts, für die kritischen Bemerkungen, welche er mir machte, nachdem er das Manuskript eingesehen hatte.

Leiden, September 1907.

Übersicht der untersuchten Tiere.

			Seite
Fig. 1.	*Felis domestica*	Carnivora	137
Fig. 2.	*Mustela putoria*		139
	Mustela vulgaris		140
Fig. 3.	*Myrmecophaga tamandua*	Edentata	141
Fig. 4.	*Orycteropus capensis*		147
Fig. 5.	*Bradypus tridactylus*		151
Fig. 6.	*Galeopithecus volans*	Galeopithecinae	156
Fig. 7.	*Pteropus*	Chiroptera	157
	Vespertilio murinus		158
Fig. 8.	*Erinaceus europaeus*	Insectivora	160
Fig. 9.	*Talpa europaea*		162
Fig. 10.	*Hystrix javanica*	Rodentia	165
Fig. 11.	*Myoxus glis*		167
	Sciurus vulgaris		168
Fig. 12.	*Lepus cuniculus*		169
Fig. 13.	*Cavia cobaya*		170
Fig. 14.	*Cavia cobaya*		171
Fig. 15.	*Hyrax dorsalis*	Hyracoidea	173
Fig. 16.	*Didelphys cancrivora*	Marsupialia	176
Fig. 17.	*Echidna hystrix*	Monotremata	180
Fig. 18.	*Ornithorhynchus paradoxus*		182

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1811. J. F. Meckel, Anatomie des Aï. Beiträge der vergleichenden Anatomie. Bd. II. Heft 1. S. 124.

1819. —— Anatomie des zweizehigen Ameisenfressers. In: Deutsches Archiv für Physiologie. Bd. V. S. 1—67; S. 51.

1819 a. —— Über mehrere Abweichungen im Muskelsystem desselben Körpers. Ebenda. Bd. V. S. 115—125.

1826. J. F. Meckel, Ornithorhynchi paradoxi. Descriptio Anatomica. (Mit 8 Tafeln.)
1828. —— System der vergleichenden Anatomie. Dritter Theil.
1839/47. R. Owen, Marsupialia. Todd's Cyclopaedia. Vol. III. pag. 291.
—— —— Monotremata. Ibid. Vol. III. pag. 379.
1843. W. von Rapp, Anatomische Untersuchungen über die Edentaten. 107 S. 8 Tafeln. Tübingen. II. Aufl. 1852. S. 47, 50. (I. Aufl. S. 35.)
1845. H. Strauss-Dürckheim, Anat. descr. et comp. du Chat. Avec Atlas. Paris 1845.
1849. Cuvier et Laurillard, Anatomie Comparée, recueil de planches de Myologie. Paris.
1854. J. Hyrtl, Chlamydophori truncati cum Dasypode gymnuro comparatum examen anatomicum. Denkschriften der kais. Akademie der Wiss. Math.-naturw. Klasse. Bd. IX. 66 S. 6 Tafeln.
1864—66. S. Haughton, Dog, pag. 504. Bear, pag. 508. Lutra vulgaris, pag. 511. Proc. Roy. Ir. Acad. Vol. IX.
—— —— Muscular Anatomy of the Marsupials (4 Kangaroos, 1 Opossum, 1 Phalanger). Ibid. Vol. IX. pag. 475.
1865. Murie and Mivart, On the Myology of Hyrax capensis. Proc. Zool. Soc. London 1865. pag. 329—252.
1866. St. G. Mivart, On some Points in the Anatomy of Echidna hystrix. Transactions of the Linnean Society. London. Vol. XXV. pag. 379 to 403. Pl. 52 and 53.
1866. Mivart and Murie, On the Anatomy of the Crested Agouti (Dasyprocta cristata). Proc. Zool. Soc. London 1866. pag. 383—417. 5 Figs.
1867. Alix, Sur l'appareil locomoteur de l'Ornithorynque et de l'Echidné. Bulletins de la Société Philomathique de Paris. Séance du 10 août 1867. pag. 170—219.
1867 a. Alix, Roussette d'Edwards, Sur leur appareil locomoteur. L'Institut, Journal universel etc. Tom. XXXV. 1ère Section. pag. 293, 298, 307.
1867 b. Alix, Echidné. Ornithorynque. Ibid. pag. 381, 386, 396, 403, 412.
1868. Devis, Viverra civetta. Journ. of Anat. and Phys. Vol. II.
1868. Humphry, Myology of Orycteropis capensis and Phoca communis. Journ. of Anat. and Phys. Vol. II. pag. 290.
1868. A. Milne-Edwards, Observations sur le groupe des rats-taupes. Comptes Rendus des séances de l'Acad. des Sciences. Paris. Tom. LXVII. pag. 438—441.
1868. W. Krause, Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig.
1868/74. H. et A. Milne-Edwards, Recherches des Mammifères. Paris. Texte et Atlas.
July 1869. A. Macalister, On the Myology of Bradypus tridactylus; with Remarks on the general muscular anatomy of the Edentata. The annals and magazine of natural history. Vol. IV. Fourth Series. 1869. pag. 51—67.
1869. J. Ch. Galton, The Myology of the Upper and Lower Extremities of Orycteropus capensis. Transactions of the Linnean Society of London. Vol. XXVI. Part III. pag. 567—609.
—— —— The Myology of the Upper and Lower Extremities of Dasypus sexcinctus Ibid. pag. 523—567.

October 1869. J. Ch. Galton, The Myology of Cyclothurus didactylus. The annals and magazine of natural history. Vol. IV. 4. Ser. 1869. pag. 244—264. (1 Plate.)

1869. Humphry, The Myology of Pteropus Edwardsii. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. III. pag. 294.

1870. —— The Myology of the Limbs of the Unau, the Aï, the two-toed Anteater, and the Pangolin. Ibid. Vol. IV. pag. 17—79. 4 Pl.

1870. A. Macalister, On the Myology of the Wombat (Phascolomys) and the Tasmanian Devil (Sarcophilus ursinus). Magazine of Natural History. 4th ser. Vol. V. pag. 153—173.

1872. —— Further Observations on the Myology of Sarcophilus ursinus. Ibid. 4th ser. Vol. X. pag. 17—21.

1872 a. —— The Muscular Anatomy of the Koala (Phascolarctos cinereus). Ibid. 4th ser. Vol. X. pag. 127—134.

1872 b. —— The Myology of the Cheiroptera. Philosophical Transactions of the Roy. Society of London. Vol. 162. pag. 125—173.

1872. J. Murie, Researches upon the Anatomy of the Pinnipedia. Transactions of the Zoological Society. London. Vol. VII. pag. 411 and pag. 527.

1873. A. Macalister, The Civet, Aonyx (Mustela) and Tayra. Proceedings of the Roy. Irish Acad. Vol. I. Ser. II. pag. 506, 539.

1873 a. —— A. Monograph of the Anatomy of Chlamydophorus truncatus (Harl.); with notes on the structure of other Species of Edentata. Transact. Roy. Ir. Ac. Vol. XXV. 1875. pag. 219—278. (With Plates XIII to XV.)

1873 b. —— Observations on muscular anomalies in human anatomy. Ibid. 3rd ser. pag. 1. XXV, pag. 122.

Nov. 1873. H. W. Mackintosh, On the Myology of the Genus Bradypus, Arctopithecus Blainvilli. The Proceedings of the Royal Irish Academy. 2nd Series. Vol. I. Science. Dublin 1870/74. pag. 517—538.

1873/74. A. Macalister, On the Anatomy of Chaeropsis Liberiensis. Proceed. of the Royal Irish Acad. Vol. I. Ser. II. No. 9. pag. 494.

1874. Dr. J. Murie, On the three-banded Armadillo (Tolypeutes conurus). Transactions of the Linnean Society. Vol. XXX. pag. 71—133; pag. 100. 5 Taf.

1874. Pouchet, Myrmecophaga jubata. Paris.

1875. A. Macalister, Report on the Anatomy of the Insectivorous Edentates. Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXV. Science. 1875. pag. 491—508. (With Plates XXVI and XXVII.)

1878 a. Georg Ruge, Entwicklungsvorgänge an der Muskulatur des menschlichen Fußes. Morpholog. Jahrbuch. Bd. IV. Supplement. S. 117. Taf. VIII Fig. 13.

1878 b. —— Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fuß der Säugethiere. Ebenda. Bd. IV. S. 592.

1878. Miall and Greenwood, The Anatomy of the Indian Elephant. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XII. pag. 282.

1878. Cunningham, The Intrinsic Muscles of the mammalian Foot. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XIII. 1879. pag. 1—17.

1879. Wenzel Gruber, Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Heft 1. Berlin. II. Aus der vergleichenden Anatomie. S. 63, 70.

1879. Watson and Young, On the Anatomy of Hyaena crocuta. Proc. Zool. Soc. London 1879. pag. 79—107. 2 Pl.

1879 a. Wenzel Gruber, Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Heft 2. Berlin. II. Aus der vergleichenden Anatomie. S. 84.

1879. Young, Viverra civetta. Journal of Anat. and Phys. Vol. XIV.

1880. Dr. Th. L. W. v. Bischoff, Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Abhandlungen der math.-physik. Klasse der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften. Bd. XIII. 3. Abt. S. 1—49 und 4 Tafeln; S. 29.

1880. Hans Gadow, Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmaße der Ratiten. Mit 5 Tafeln. Jena.

1881. D. J. Cunningham, The Relation of Nerve-Supply to Muscle-Homology. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XVI. 1882. pag. 1—10.

1881. H. Gadow, Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VII. S. 329—467. (Taf. 17—21.)

1882. D. J. Cunningham, Some Points in the Anatomy of the Thylacine, Cuscus (Phalangista), and Phascogale, with an account of the Comparative Anatomy of the intrinsic Muscles and Nerves of the Mammalian Pes. 192 pag. with 13 Pl. The Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. V.

1882. Watson, Morrison, On the Muscular Anatomy of Proteles as compared with that of Hyaena and Viverra. Proc. Zool. Soc. London 1882. pag. 579—586.

1882. St. G. Mivart, Notes on the Anatomy of Erethizon dorsatus. Proc. Zool. Soc. London 1882. pag. 271—286.

1882. H. Gadow. Observations in comparative Myology. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XVI. pag. 493—495.

1882. A. H. Young, The muscular Anatomy of the Koala (Phascolarctos cinereus). Journ. of Anat. and Phys. Vol. XVI. pag. 217—243.

1882/83. G. E. Dobson, A Monograph of the Insectivora, systematic and anatomical. 2 Parts. London.

1884/85. W. Leche, Über die Säugethiergattung Galeopithecus. K. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. Stockholm 1886. 92 S. 5 Tafeln.

1884. G. E. Dobson, On the Myology and Visceral Anatomy of Capromys melanurus. Proc. Zool. Soc. London 1884. pag. 233—250. Pl. 18—21.

1884. L. Testut, Les anomalies musculaires chez l'homme. Paris.

1884. C. Westling, Beiträge zur Kenntniss des peripherischen Nervensystems. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. IX. Stockholm 1884/85. 48 S. 3 Tafeln.

1885. Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Fortgesetzt von W. Leche. Bd. VI. 5. Abth. Mammalia. 28. Lief.

1886. W. Gruber, III. Monographie über den M. peron. dig. V und seine Reductionen usw. bei dem Menschen; und über den homologen M. peron. dig. V usw. bei den Säugethieren. Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Heft VII. S. 35—80. Taf. III—V.

1886/87. Alex. Maccormick, Myology of the Limbs of Dasyurus viverrinus. Journ. of Anat. and Phys. 1887. Vol. XXI. pag. 103—138 and 199—227. 2 Pl.

1887. A. M. Paterson, The Limb Plexuses of Mammals. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XXI. pag. 611—634. 1 Pl.

1887. B. C. A. Windle, On the Anatomy of Hydromys chrysogaster. Proc. Zool. Soc. London 1887. pag. 53—65.

1888. Cunningham and Brooks, The peroneus V digiti. Proceedings of the Royal Irish Academy. Ser. 1 II, V, I. pag. 78.

1889. C. Westling, Anatomische Untersuchungen über Echidna. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. XV. Stockholm 1889. 71 S. 6 Tafeln.

1891. W. Ellenberger und H. Baum, Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin. S. 251.

1891. Dr. E. C. Stirling, Description of a new Genus and Species of Marsupialia. pag. 154—188. 9 Pl.

—— —— Further Notes on the Habits and Anatomy of Notoryctes typhlops. In: Transactions and Proc. and Report of the Royal Society of South Australia. Vol. XIV. pag. 283—292. Pl. 12.

1891. Couvreur et Bataillon, Étude anat. sur la Myologie du memb. post. du grand Fourmilier (Myrm. jub.). Annales de la Soc. linn. de Lyon. Tom. XXXVIII. pag. 83—91.

1891. F. E. Beddard, Notes on the Anatomy of Dolichotis patagonica. Proc. Zool. Soc. London 1891. pag. 236—244.

1892. —— On the Brain and Muscular Anatomy of Aulacodus. Proceedings of the Zoological Society of London. pag. 520—525.

1892. H. Gadow, On the systematic Position of Notoryctes typhlops. Proceedings of the Zoological Society of London. pag. 361.

1894. K. v. Bardeleben, On the Bones and Muscles of the Mammalian Hand and Foot. Proc. Zool. Soc. of London. 1894. pag. 354—376. 2 Pl.

1894. F. G. Parsons, On the Myology of the Sciumorphine and Hystricomorphine Rodents. Proc. Zool. Soc. London 1894. pag. 251—296.

1894 a. —— On the Anatomy of Atherura africanus. Proc. Zool. Soc. London 1894. pag. 675—692.

1894. T. Manners-Smith, On some Points in the Anatomy of Ornithorhynchus paradoxus. Proc. Zool. Soc. London 1894. pag. 694—715. 7 Figs.

1894. Prof. J. T. Wilson, On the Myology of Notoryctes typhlops. Transact. of the Roy. Soc. of S. Austr. Vol. XVIII. pag. 3—75. 14 Pl.

1896. F. G. Parsons, The Myology of Rodents. — Part II. An Account of the Myology of the Myomorpha, together with a Comparison of the Muscles of the various Suborders of Rodents. Proc. Zool. Soc. London 1896. pag. 159—192.

1896 a. —— On the Anatomy of Petrogale xanthopus, compared with that of other Kangaroos. Proc. Zool. Soc. London 1896. pag. 683—714.

1897. Windle and Parsons, On the Myology of the Terrestrial Carnivora. Part I. Head, Neck and Fore-Limb. Proc. Zool. Soc. London 1897. pag. 370—409.

1897. Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs, fortgesetzt von Prof. W. Leche. Bd. VI. 5. Abth. Mammalia.

1898. Parsons, On the Anatomy of Pedetes caffer. Proc. Zool. Soc. London 1898. pag. 858—890.

1898. L. Bolk, Über eine Variation des kurzen Kopfes des Biceps femoris beim Orang. Morphol. Jahrbuch. Bd. XXVI. S. 274—281. 1 Figur.

1898. F. G. Parsons, The Limb Myology of Gymnura Rafflesii. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XXXII. pag. 312—325.

1898 a. Prof. F. G. Parsons, The Muscles of Mammals, with special relation to Human Myology. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XXXII. pag. 428, 450 and 721—752.

1898. Windle and Parsons, On the Anatomy of Macropus rufus. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XXXII. pag. 118—134.

1898 a. Parsons and Windle, The Myology of the Terrestrial Carnivora. Proc. Zool. Soc. London 1898. P. II. pag. 152—186.

1899. B. C. A. Windle and F. G. Parsons, On the Myology of the Edentata. Proceedings of the Zoological Society of London. 1899. Part II. pag. 990—1018.

1900. Hans Schomburg, Untersuchung der Entwicklung der Muskeln und Knochen des menschlichen Fußes. Dissertation. Göttingen.

1903. Windle and Parsons, On the Myology of the Ungulata. Proceed. Zool. Soc. London.

1904. Max Weber, Die Säugetiere.

1905. The myology of the hind limb of the marsupial mole (Notoryctes typhlops by P. Thompson and W. T. Hillier. Journal of Anatomy and Phys. Vol. XXXIX. pag. 308—332. Pl. 38, 39.

1905. G. Ruge, Der Hautrumpfmuskel der Säugetiere. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXXIII. S. 379.

Die Aponeurosis plantaris in der Primatenreihe.

Mit spezieller Berücksichtigung des Menschen.

Eine vergleichend-morphologische und anthropologische Untersuchung.

Von

Edward Loth

aus Warschau (Polen).

Assistent am anatomischen Institut in Bonn a. Rh.

Mit 124 Figuren im Text.

I. Einleitung.

Mehrere Arbeiten über die Morphologie der Primaten, die in der letzten Zeit aus den Zürcherischen anatomischen und anthropologischen Instituten hervorgegangen sind, haben ergeben, daß es recht lohnend ist, eingehende Untersuchungen über die Phylogenie einzelner Organe dieser Gruppe zu unternehmen. Ich möchte hier speziell auf die Arbeit von Dr. O. Schlaginhaufen »Das Hautleistensystem der Primatenplanta unter Mitberücksichtigung der Palma« hinweisen, die uns nicht nur viele neue morphologische Tatsachen bietet, sondern auch eine ganze Reihe von interessanten anthropologischen Befunden aufweist. Dank der Anregung von seiten der Herren Prof. Dr. R. Martin und Prof. Dr. G. Ruge habe ich im Anschluß an die eben erwähnte Arbeit Untersuchungen über die Plantaraponeurose in der Primatenreihe unternommen.

Für das rege Interesse, mit dem Prof. Dr. R. Martin den Untersuchungen folgte, sowie für sein stetes Wohlwollen und Entgegenkommen, während der ganzen Arbeit, spreche ich ihm an dieser Stelle meinen innigen Dank aus. Ich benutze mit Freuden die Gelegenheit, auch Herrn Prof. Dr. G. Ruge und Herrn Prof. Dr. W. Felix, sowie den Herren Dr. Mollisson und Dr. Bluntschli für ihre Hilfe meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

Eine genaue Untersuchung der Aponeurosis plantaris bei den Affen schien um so zweckmäßiger, als wir bis jetzt noch gar keine Kenntnisse über deren phylogenetische Entwicklung besitzen. Selbst die Angaben über die menschliche Plantaraponeurose sind bis jetzt recht ungenügend, oft widersprechend, so daß auch in dieser Hinsicht positive Resultate der Untersuchung zu erwarten waren.

Die Aponeurosis plantaris ist ein Gebilde, das starke Variabilität aufweist. Daher sah ich mich genötigt, auch ihre Variationsbreite festzustellen. Dieser Umstand bewirkte, daß ich immer möglichst viele Individuen einer Species der Untersuchung unterwerfen mußte. Leider machte es mir oft der Mangel an Material unmöglich, dieser Forderung nachzukommen.

Ich gebe zunächst eine Übersicht über das verarbeitete Material. Es sind untersucht worden:

Prosimiae.

	Anzahl der Individuen:
Fam. Lemures Subfam. Lorisinae: *Nycticebus tardigradus* Fischer.	5
- Galaginae: *Galago garnetti* Sch.	2
- Lemurinae: *Lemur brunneus* . .	1
Lemur rufifrons (*mongoz*) L.	1
Lemur macaco L. . .	1
Lemur varius H. Geoffr. . . .	2

Platyrrhine Westaffen.

Fam. Hapalidae *Hapale Jacchus* Kuhl.	7
Fam. Cebidae Subfam. Nyctipithecinae.	
- *Chrysotrix sciurea* Wagner	4
- Mycetinae.	
Mycetes seniculus Lacep.	1
- Cebinae.	
Cebus capucinus Geoffr.	2
Cebus flavus Geoffr.	1
Cebus apella Geoffr.	1
Cebus fatuellus Geoffr.	2
Ateles ater F. Cuv.	2

Catarrhine Ostaffen.

1) Fam. Cercopithecidae.
   a. Subfam. Cercopithecinae.
      1) *Papio* (*Cynocephalus*) *babouin.* Desm. 6
      - *sphinx* Geoffr. 4
      - *hamadryas* Linn. 5
      - *anubis* Schl. 3
      - *mormon* Erxl. 2
      2) *Cynopithecus* . . . . . —
      3) *Cercocebus. Cerc. fulginosus* Geoffr. 3
      4) *Macacus arctoides* H. Geoffr. 1
      - *maurus* F. Cuv. 3
      - *nemestrinus* L. 6
      - *rhesus* Audel. 3
      - *cynomolgus* L. 6
      - *sinicus* L. 4
      5) *Cercopithecus sabaeus* L. 4
      - *callitrichus* Js. Geoffr. 5
      - *pygerythrus* F. Cuv. 3
      - *patas* Erxl. 4
   b. Subfam. Semnopithecinae.
      1) *Colobus vellerosus* Geoffr. 1
      2) *Semnopithecus entellus* Dufr. 4
      - *melanolophus* (*ferrugineus*) Raffl. . 3
      - *cephalopterus* Zim. 2
      - *maurus* Schreb. 2
      - *mitratus* Esch. 1

2) Fam. Simidae.
Subfam. Hylobatidae.
Hylobates syndactylus F. Cuv. 11
- *leuciscus* (Mülleri) 3
Subfam. Anthropomorphae.
1) *Simia satyrus* L. (Orang-Utan) 3
2) *Gorilla gorilla* Wyman 1
3) *Anthropopithecus troglodytes* L. 4
4) *Homo euencephalus* 50

Im ganzen sind es also 129 Affenaponeurosen und 50 Plantaraponeurosen des Menschen, die ich untersucht habe. Nach den Genera eingeteilt, verhält sich das untersuchte Material folgendermaßen:

Prosimiae Fam. *Lemur* 12
Platyrrhina Fam. *Hapale* 7
Fam. *Cebus* 13

Catarrhina.

Subfam. Cercopithecinae.
Gen. *Papio* 20
- *Macacus* 23
- *Cercocebus* 3
- *Cercopithecus* 16

Subfam. Semnopithecinae.
Gen. *Colobus* 1
- *Semnopithecus* 12

Fam. Anthropomorphae (ausschl. *Homo*) 22
Homo 50

Das Material der Untersuchung stand mir aus der Privatsammlung der Herren Prof. G. Ruge, Prof. R. Martin und Prof. W. Felix zur Verfügung. Das menschliche Material untersuchte ich im Präpariersaal des Zürcherischen anatomischen Instituts.

II. Kurze Darstellung der Aponeurosis plantaris bei den Säugetieren.

Zur Untersuchung sollte die Plantaraponeurose möglichst vieler Primatengenera gelangen, aber als spezielles Ziel der Arbeit stellte ich mir vor Augen die Erforschung der phylogenetischen Entwicklung der menschlichen Plantaraponeurose in der Primatenreihe. Um mich aber von Anfang an besser orientieren zu können, untersuchte ich auch die Aponeurosis plantaris bei einigen andern Gruppen der Säugetiere und ich will nicht versäumen, auch diese Resultate hier mitzuteilen.

Ich habe vorausgesetzt, daß die Plantaraponeurose sich nur bei denjenigen Tieren gut entwickelt, die die Sohlenhaut oft spannen müssen, z. B. beim raschen Greifen (Springfunktion der hinteren Extremität), beim Gehen mit der ganzen Fläche des Fußes usw.

Ob diese Voraussetzung richtig war, werden wir im Laufe dieser Arbeit erfahren.

Nur einige Formen herausgreifend, untersuchte ich von den Carnivoren die Species *Ursus maritimus*. Das Individuum war nur 18 Tage alt, und die Resultate müssen daher mit Vorbehalt aufgenommen werden. Über den Tuber calcanei springt bei dem Bären

die Sehne des M. plantaris über und strahlt dann in eine Plantarfascie aus. Ziemlich analog sind die Verhältnisse bei den *Rodentia*, von denen ich zur Untersuchung ein Tier wählte, das noch am meisten die Kletterfunktion aufweist, nämlich das Eichhörnchen. Der Fuß dieses Tierchens ist äußerlich sehr dem Fuße mancher platyrrhinen Affen ähnlich. Die hintere Extremität ist besonders zum Springen gebaut; so ist nun dieser Funktion die ganze Muskulatur angepaßt und wir finden am stärksten entwickelt die Flexoren. Am Unterschenkel sind interessante Verhältnisse zu sehen. M. gastrocnemius ist mächtig ausgebildet und seine beiden Bäuche verlaufen bis zum unteren Drittel des Unterschenkels, wo sie in die Sehne übergehen. M. soleus ist sehr klein. Er entspringt am Caput fibulae mit einer schmalen Sehne und sein schmächtiger Muskelbauch verbindet sich mit dem lateralen Kopf des M. gastrocnemius. Die beiden Muskeln bilden die Tendo Achillis, die am Tuber calcanei inseriert. Medialwärts von der Tendo Achillis, etwa $1^1/_2$ cm über dem Tuber calcanei, sehen wir eine ebenso breite Sehne hervortreten, die bogenförmig über den Calcaneus verläuft und erst am Fuße etwas distal von der Tarsometatarsalgegend endigt.

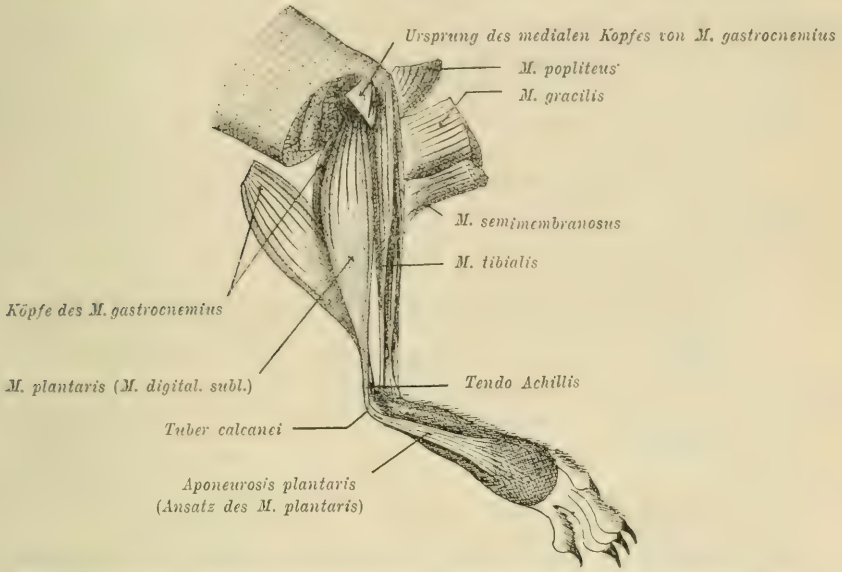
Das ist die Sehne des M. plantaris, deren Ansatz hier die Plantaraponeurose bildet.

Es liegt zwar nicht in meiner Absicht, in dieser Arbeit die vergleichende Anatomie der Muskulatur mit zu berücksichtigen, aber gerade die genannten Befunde nötigen mich, einige Worte über den M. plantaris zu sagen. Auch im weiteren Verlauf der Arbeit werde ich öfters auf diesen Muskel zurückkommen und besonders auf seinen Zusammenhang mit der Plantaraponeurose achten.

Beim Eichhörnchen ist der M. plantaris sehr stark entwickelt. Er entspringt (Fig. 1) sehnig am Condylus lateralis fem. dicht neben dem Caput lat. des M. gastrocnemius. Sein Muskelbauch ist fast ebenso stark wie die Köpfe des M. gastrocnemius, durch die der M. plantaris plattgedrückt wird. Er ist schmal aber hoch gebaut. Seine Ansatzsehne entspringt am Muskel medial schon in der oberen Hälfte des Unterschenkels, während der Muskelbauch lateral weiter nach unten geht. Um über die Tendo Achillis zu gelangen, dreht sich die Endsehne des M. plantaris. Sie tritt bogenförmig heraus, überspringt den Tuber calcanei und inseriert distal von der Tarsalregion des Fußes (Fig. 2). Sie strahlt in die Plantarfascie aus. Diesen Fußteil der Plantarissehne müssen wir als Plantaraponeurose auffassen.

Bei den Chiropteren, und zwar bei der untersuchten Species *Pteropus edulis*, fand ich keine Spur der Aponeurosis plantaris. Dies stimmt auch mit der genannten Voraussetzung überein; denn nach

Fig. 1.

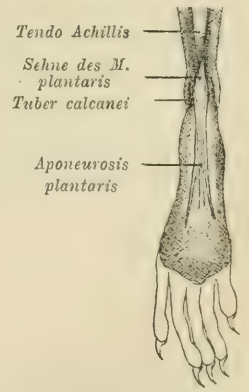


Eichhörnchen, untere linke Extremität. M. plantaris, sein Übergang in die Endsehne und deren Verlauf über den Calcaneus sind deutlich zu sehen. 2/3.

Angabe von Leche (1898, S. 897) fehlt der M. plantaris bei sämtlichen Chiropteren. *Pteropus edulis* benutzt zum Aufhängen nicht den Fuß selbst, sondern die sehr langen Zehen, die auch mit mächtigen Hakenkrallen versehen sind.

Schon diese wenigen Angaben weisen darauf hin, daß die Plantaraponeurose ursprünglich nur im Zusammenhang mit dem M. plantaris vorkommt und daß sie phylogenetisch nichts andres als eine Ansatzsehne ist. Um das noch klarer darzustellen, habe ich aus der Literatur Angaben über den M. plantaris in der Säugetierreihe gesammelt (W. Leche, 1898, S. 897, P. Martin, 1904, Bd. II, S. 330 und 336, W. Ellenberger, 1903, S. 506, 515, 520, 525, 532).

Fig. 2.



Eichhörnchen, linke Planta. Die Figur zeigt den Verlauf der Plantarissehne über den Calcaneus und die Ausstrahlung der Sehne in die Plantarfascie. 2/3.

Die Resultate, tabellarisch angeordnet, lege ich hier vor.

M. plantaris (M. flexor digitalis sublimis).

		Ansatz der Sehne an der Plantarfascie oder Teilung in Bündel an der Planta	Ansatz am Calcaneus	fehlt
Monotremata		Ausstrahlung in die Fascie an der 1. Zehe	—	—
Marsupialia		*Myrmecobius*, *Phascolarctos*, *Thylacinus*	—	*Phascolomys*
Adeciduata	*Edentata* .	*Orycteropus*, *Bradypus*	*Chlamydophorus*	—
	Ungulata.	*Ruminantia*, *Proboscidea*, *Rhinoceros* / *Hyrax* } M. plantaris sehr stark	—	—
Deciduata	*Carnivora*	*Cercoleptes*, Katze und bei allen *Pinnipedia*	*Hyaena crocuta*, *Proteles*	—
	Rodentia .	*Capromis*, Eichhörnchen, *Dasyprocta*, *Erethicon*, *Hydromis*	—	—
	Chiroptera	—	—	fehlt bei sämtlichen
	Insectivora	*Gymnura*, Talpidae	*Chrysochloris*	—

Aus dieser Tabelle ersehen wir deutlich, daß der M. plantaris in der ganzen Säugetierreihe vorkommt und fast immer an der Planta inseriert. Nur verhältnismäßig selten inseriert der M. plantaris am Calcaneus, oder er fehlt vollständig. Was die niederen Tiere betrifft, so finden wir oft Angaben, daß sich die Sehne des M. plantaris teilt und mit Sehnen andrer Muskeln verbindet; aber am häufigsten lesen wir, daß die Sehne des M. plantaris in die Plantarfascie ausstrahlt oder mit ihr in Verbindung tritt.

Meine eignen Untersuchungen, sowie die Zusammenstellung der Angaben andrer Autoren berechtigen mich zu der Vermutung, »daß die Plantaraponeurose phylogenetisch nichts andres ist als der Ansatz des M. plantaris«.

III. Spezieller Teil.

Untersuchungen über die Plantaraponeurose in der Primatenreihe.

1. Einteilung der Planta und Terminologie.

Bevor ich zu meinen speziellen Untersuchungen übergehe, muß ich noch ein kurzes Kapitel vorausschicken, in dem ich in allgemeinen Zügen die eingeführte Terminologie erörtere.

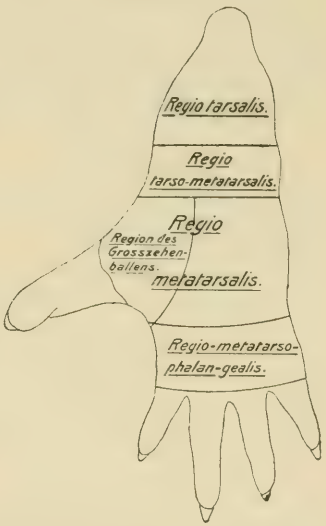
Die Darstellung der Plantaraponeurose der Affen macht es notwendig, eine ganze Reihe von neuen Termini einzuführen, um das Verständnis der Sache zu erleichtern.

Außer diesen Termini ist es zweckmäßig, eine genaue Einteilung der Planta in Regionen vorzunehmen.

So schlage ich vor, die ganze Fußsohle der Primaten und des Menschen in folgende Regionen einzuteilen (Fig. 3).

1) Regio tarsalis — von der Ferse bis etwa zur Höhe des Tuber metatarsale V.
2) Regio metatarsalis — dem mittleren Teil des Metatarsus entsprechend.
2a) Region des Großzehballens — eine Unterregion, die den Teil des Fußes einnimmt, der dem Großzehenballen entspricht.
3) Regio tarso-metatarsalis — eingeschaltet zwischen R. tarsalis und R. metatarsalis. Eine schmale Region, die quer durch den Fuß zieht und der Höhe der Tub. met. V entspricht.
4) Regio metatarso-phalangealis — etwa über den Zehengelenken der 2.—4. Zehe.

Fig. 3.



Einteilung der Planta in Regionen. Fuß von *Macacus cynomolgus*. 1/2.

Die Plantaraponeurose der Affen verläuft stets durch die drei erstgenannten Regionen und erreicht häufig auch die letzte; die Großzehenballenregion kommt nur dann in Betracht, wenn ein queres Bündel zur ersten Zehe vorhanden ist.

Was die Aponeurose anbetrifft, so unterscheide ich prinzipiell zwei Teile (Fig. 4):

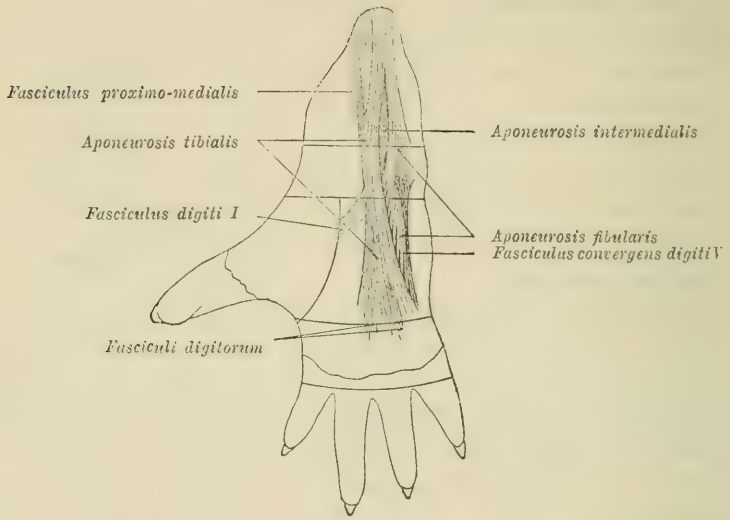
1) Aponeurosis fibularis (lateralis),
2) Aponeurosis tibialis (medialis).

Ich sehe mich genötigt, die bis jetzt gebrauchten Benennungen — Ap. lateralis und Ap. medialis — zu verwerfen, weil bei manchen Affen die Ap. lateralis ganz in der Mitte des Fußes verläuft. Da in solchen Fällen der andre Aponeurosenteil gar nicht vorhanden ist, so wäre leicht eine Verwechslung möglich. Der Name »fibulare

Aponeurose«, wenn sie auch medial verläuft, sagt uns gleich, was wir darunter zu verstehen haben.

Wenn die beiden Aponeurosen weiter auseinanderrücken, so unterscheiden wir noch eine »Aponeurosis intermedialis« (Fig. 4). Andre eingeführte Namen, wie »Fasciculi digitorum«, »Fasciculus digiti I« bedürfen keiner Erklärung. Nur recht selten kommen Bildungen vor, die ich »Fasciculus proximo-medialis« und »Fasciculus convergens digiti V« benannt habe. Übrigens wird von dieser

Fig. 4.



Schematische Darstellung der Aponeurose mit Berücksichtigung der Regionen. Fußkontur von *Macacus cynomolgus*. 1/2.

Bildung und ihrer Benennung noch ausführlich auf S. 237 gesprochen werden.

Wenn die Ap. tibialis oder die Ap. fibularis durch mehrere Regionen verläuft, so können wir noch eine gewisse Einteilung, den Regionen entsprechend, einführen. So z. B. sprechen wir von der »Ap. tibialis metatarsalis« oder »Ap. fibularis tarsalis« usw. Schon diese wenigen Bemerkungen dürften genügen, um sich in der Terminologie gut orientieren zu können.

2. Untersuchungsmethoden.

Das von mir bearbeitete Material war größtenteils in Formalin oder Formolalkohol konserviert. Die üblen Folgeerscheinungen, wie Schrumpfen der Haut, Fixierung der Gelenke im Flexionszustand,

machten sich in recht unangenehmer Weise bei der Arbeit bemerkbar. Etwas weniger beeinflußt waren die in Alkohol konservierten Affen.

Bei sämtlichen bearbeiteten Individuen wurde die Haut an der Planta mit der größten Sorgfalt von dem subcutanen Bindegewebe getrennt und abgezogen. Erst dann begann ich, so genau wie möglich, die Aponeurosis plantaris auszupräparieren. Jede präparierte Aponeurose wurde genau gezeichnet, wobei alle Distanzen, Längen und Breiten mit dem Zirkel ausgemessen wurden. Die Umrisse des gezeichneten Fußes pflegte ich zu vervielfältigen. In diese Schemata trug ich dann die Verhältnisse der Aponeurosen andrer Individuen der gleichen Species ein. Die Aufnahme von zahlreichen Zeichnungen ermöglichte mir einerseits die Feststellung der Variationsbreite und anderseits leichte Vergleichung der Verhältnisse bei den einzelnen Species und Genera.

Was die Systematik der Affen und Halbaffen bei der Bearbeitung des gewonnenen Materials anbetrifft, so habe ich schließlich die Ordnungen, Unterordnungen und Familien nach Max Weber ('04) angenommen. Die einzelnen Genera und Species sind nach Forbes ('94) bezeichnet.

In einigen Fällen habe ich mir erlaubt, eine eigene Reihenfolge der Species aufzustellen; dies geschah nur dann, wenn es für die Zusammenstellung der Aponeurose notwendig war.

3. Beschreibung der Aponeurosis plantaris.

a. Prosimiae.

Von den Prosimien habe ich nur die Fam. *Lemur* untersucht.

Subfam. Lorisinae.

Nycticebus tardigradus Fischer.

Untersuchungsmaterial fünf Individuen.

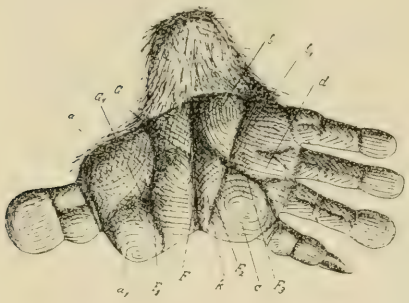
Bei diesem asiatischen Halbaffen ist nicht der ganze Fuß bei der Greiffunktion beteiligt. Nur der metatarsale Teil scheint dazu bestimmt zu sein und zwar hauptsächlich dadurch, daß die erste Zehe stark opponierbar ist. Der Tarsus des Fußes ist noch mit Fell bedeckt und nur der Metatarsus und die Zehen sind mit Cristae cutaneae versehen (Fig. 5, Schlaginhaufen, '05, S. 22, Fig. 98).

Über die Lebensweise dieses Tieres schreibt Forbes ('94, S. 36):

»Es bewegt sich äußerst langsam ..... Wenn es mit beiden Händen einen festen Anhaltspunkt gewonnen hat, bewegt es eine

von seinen hinteren Pfoten; nachdem das Tier mit dieser den Ast fest umklammert hat, setzt es erst die zweite hintere Pfote in Bewegung. Es läßt den Ast, den es mit den Füßen hält, nie los, bevor es einen festen Anhaltspunkt mit den Händen gewonnen hat.«

Fig. 5.



Rechte Planta von *Nycticebus tardigradus* Fischer. 1 nat. Gr. (Schlaginhaufen, Fig. 98 *A*, S. 22. Morph. Jahrbuch. Bd. XXXIV. Heft 1. 1905.)

Ich erinnere den Leser an meine Voraussetzung (S. 197), daß wir die Aponeurose nur bei denjenigen Tieren gut entwickelt finden würden, die gute Springer sind, die also rasche Bewegungen ausüben.

Die eben erwähnten Worte von Forbes ließen voraussehen, daß die Aponeurosis plantaris bei *Nycticebus* nicht besonders stark sein wird. Was den M. plantaris anbelangt, so erwähnt Barnard

Fig. 6.

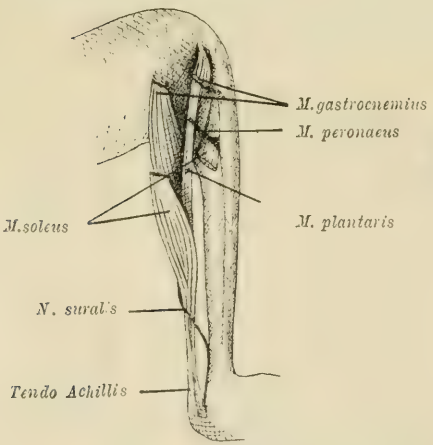


Fig. 7.

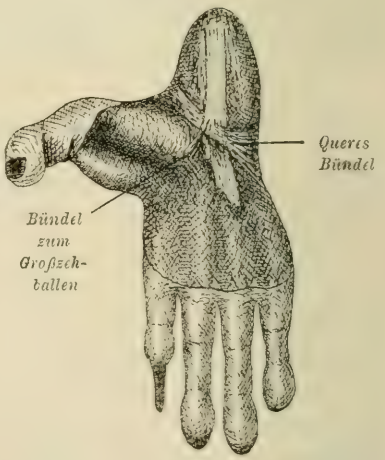


Fig. 6. Untere rechte Extremität von *Nycticebus tardigradus* Fischer. Laterale Ansicht. M. plantaris und sein Verhalten sind dargestellt. 2/3.

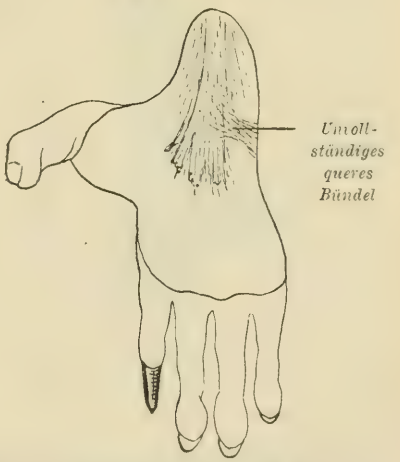
Fig. 7. *Nycticebus tardigradus* Fischer. Das quere Bündel ist stark und durchsetzt den ganzen Fuß. Von den longitudinalen Fasern begeben sich einige zur Großzehballenregion. 1/1.

('75, S. 126), daß dieser Muskel bei *Nycticebus* zwar vorhanden sei, aber daß seine Sehne nicht die Fußsohle erreiche. Nach meinen eigenen Beobachtungen ist er bei *Nycticebus tardigradus* sehr stark

reduziert; er entspringt mit dem lateralen Kopf des M. gastrocnemius am Cond. lat. femoris und verläuft als schwaches Bündel bis zur unteren Hälfte des Unterschenkels, wo er sich mit dem M. gastrocnemius und dem M. soleus vereinigt. Diese Verhältnisse und zwar die Tatsache, daß der M. plantaris (Fig. 6) nicht einmal bis zum Calcaneus herabläuft, erlauben uns die Vermutung aufzustellen, daß die Trennung der Aponeurose vom M. plantaris bei dieser Gruppe schon sehr früh eingetreten sein muß.

Nun wird es klar, daß wir überhaupt bei *Nyeticebus* keine richtige Aponeurose finden. Wir sehen nur (Fig. 7) eine verstärkte Plantarfascie, die am Calcaneus entspringt und bis zur Tarso-Metatarsalgegend verläuft. Die aponeurotischen Fasern sind nur stellenweise glänzend, sehnig. Sie können sich auch in einzelne Bündel gruppieren, von denen gerade Fig. 7 ein zum Großzehballen hinziehendes zeigt. Die andern Fasern strahlen in die andern Ballen aus, wo sie sich im subcutanen Bindegewebe verlieren. Aber nicht alle Individuen zeigen in bezug auf diese Verhältnisse gleiche Befunde. Bei einem derselben fand ich überhaupt keine Gruppierung der Fasern in Bündeln, nur eine direkte Ausstrahlung in den vorderen Teil der Planta; bei zweien war überhaupt keine Aponeurose zu sehen; die Planta war bei diesen Individuen nur mit einer starken Fascie bedeckt. Wahrscheinlich als kompensatorisches Gebilde oder als ein Organ, das mit der Begrenzung des Greiffeldes in Zusammenhang steht, tritt hier ein ganzes Faserbündel auf (Fig. 7). Dasselbe ist in der Mitte stark mit den Längsfasern verfilzt und hat aponeurotischen Charakter. Lateral und medial zerstreut es sich, indem die Fasern in die Fascie am Dorsum pedis ausstrahlen. Auch diese Verhältnisse sind nicht konstant. Bei einem Individuum zeigte sich das quere Bündel noch stärker als es Fig. 7 aufweist, wobei fibularwärts die queren Fasern ganz mit den Längsfasern verfilzt waren. Bei einem andern konnte ich es nur an der lateralen Seite sehen (Fig. 8).

Fig. 8.



Nycticebus tardigradus Fischer. Das quere Bündel ist nur unvollständig. 1/1.

In den beiden erwähnten Fällen, in denen keine richtigen Längsfasern vorhanden waren, fehlte auch das Querbündel vollständig.

Kurz gesagt, ist die Aponeurose bei *Nycticebus* sehr unvollkommen und ihre Variationsbreite groß. Auch kann die Aponeurose ganz fehlen.

Subfam. Galaginae.

Galago Garnetti Sch.

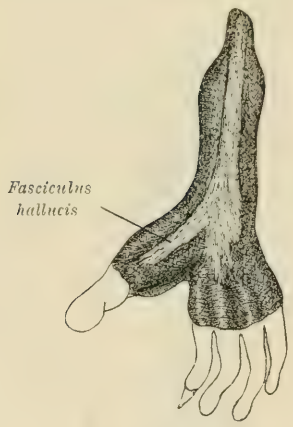
Untersuchungsmaterial: zwei Individuen.

Galago lebt hauptsächlich auf Bäumen und zeigt sich bei Nacht besonders lebendig. Die Tierchen weisen dann große Aktivität auf.

»Auf dem Boden«, schreibt Forbes ('94, S. 41), »springen sie mit ihren hinteren Extremitäten aufrecht wie die Känguruhs, ohne die vordere Extremität zu benutzen; mit einem Sprung legen sie mehrere Fuß zurück.«

Als guter Kletterer und Springer besitzt *Galago* einen starken M. plantaris, dessen Endsehne den Tuber calcanei überspringt und an der Planta pedis als Aponeurosis plantaris inseriert.

Fig. 9.



Galago garnetti Sch. 2/3.

Fig. 9 zeigt deutlich die lange am Tarsus ungeteilte und bei beiden Individuen gleiche, leicht abgrenzbare Endsehne, die sich erst in der Metatarsalregion zu teilen beginnt. Dieser Endabschnitt weist auch größere Variationen auf. Beide Individuen zeigen in der Metatarsalregion einen starken Strang, der zum Gebiet der ersten Zehe verläuft und dort sich im subcutanen Bindegewebe verliert.

Aber auf Fig. 9 sehen wir noch drei andre Bündel, die den Eindruck machen, als sollten sie zu den andern Zehen verlaufen, ohne sie jedoch zu erreichen.

Das der Zehe III entsprechende Bündel ist bei dem abgebildeten Individuum am längsten, das der Zehe V sehr kurz. Das andre Individuum zeigt nur zwei deutliche Bündel, die auch etwas weiter distalwärts verlaufen und den Zehen II und IV entsprechen.

Die Aponeurose, als Ganzes, ist bei *Galago* eine deutliche glänzende, vom Panniculus adiposus leicht abtrennbare Sehne, die nur in ihrem Endgebiet, wo sie ausstrahlt, etwas undeutlicher wird. Die

erwähnten Tatsachen stimmen auch bei dieser Species mit meiner Voraussetzung (S. 197) überein.

Subfam. Lemurinae.

Ich werde die Befunde in der Reihenfolge, der allmählichen Entwicklung entsprechend, beschreiben:

1) *Lemur brunneus*
2) - *mongoz* Var. *rufifrons*
3) - *macaco*
4) - *varius.*

Bevor ich zu der Beschreibung der einzelnen Species übergehe, erlaube ich mir einige Bemerkungen über das ganze Genus Lemur zu machen. Diese »echten Lemuren«, wie sie Forbes ('94) nennt, leben bekanntlich auf Madagaskar und kommen auf dem afrikanischen Kontinent nicht vor. Es sind Tiere, die sich vorwiegend auf den Bäumen aufhalten, nur einige Species bleiben auf dem Boden.

»Was ihre Bewegungsart anbetrifft (Forbes, '94, S. 65), so stehen sie von allen Lemuroiden den Vierfüßlern am nächsten; sie springen, gehen und laufen auf allen Vieren.

Trotzdem bleibt der Fuß dieser Tiere ein ausgesprochener Greiffuß. Die erste Zehe ist im Verhältnis zu den andern sehr stark und opponierbar. Den M. plantaris konnte ich eingehend bei *Lemur brunneus* untersuchen. Die Sehne dieses Muskels überspringt zwar den Calcaneus und geht in die Plantaraponeurose über, sie ist jedoch am Tuber calcanei nicht ganz frei, sondern um ihren Zusammenhang mit der Aponeurose deutlich zu beweisen, muß man künstlich etwas nachtrennen; es tritt hier also eine sekundäre Insertion am Calcaneus ein. Dadurch wird in diesem Falle die eigentliche ursprüngliche Funktion des Muskels — d. h. die Ausspannung der Plantaraponeurose — gehemmt.

Vielleicht aus diesen, vielleicht aus noch andern Gründen (z. B. keine Sprungfunktion der hinteren Extremität) ist der M. plantaris auch etwas reduziert.

Bei *Lemur varius* konnte ich konstatieren, daß die Verhältnisse am Calcaneus nur wenig von den geschilderten verschieden sind.

Nach diesen wenigen Bemerkungen gehe ich zu der Beschreibung der Verhältnisse bei den Lemurinen über.

Lemur brunneus.

Untersuchungsmaterial: eine Planta.

Vom Calcaneus verläuft die Aponeurose als ein deutlicher Strang nach den Zehen. Fibularwärts zeigt sich derselbe als ein starkes glänzendes Bündel dicht an der Tuberositas metatarsi V liegend, ohne mit ihr in Verbindung zu treten, und begibt sich dann weiter in die Metatarsalregion. Tibialwärts geht der anfänglich starke Strang auseinander und bildet eine schimmernde, aber schwache aponeurotische Fascie. Erst sekundär sammeln sich die Fasern wieder in einzelne deutliche Stränge. Der stärkste von ihnen entsteht direkt über der Basis des Os metatarsale I und verläuft bis

Fig. 10.

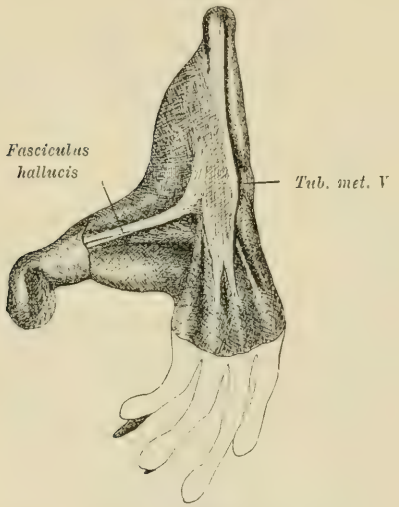


Fig. 11.

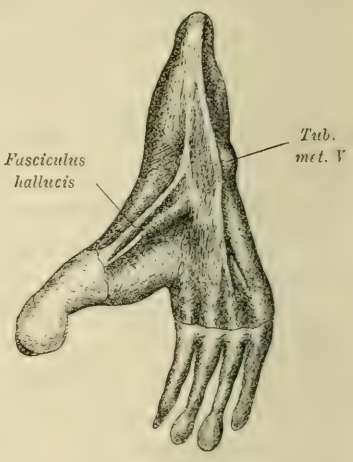


Fig. 10. *Lemur brunneus.* Fasciculus hallucis hängt noch mit der Aponeurose zusammen. 2/3.
Fig. 11. *Lemur mongoz* L. var. *rufifrons.* Fasciculus hallucis teilweise losgetrennt. Abschwächung des tibialen Aponeurosenteiles. 2/3.

zum Metatarso-phalangeal-Gelenk der ersten Zehe. Ferner können wir noch in der Metatarsalregion zwei Stränge beobachten, die nicht so deutlich sind und die Zehen III und IV versorgen. Diese Stränge erreichen die Höhe der Metatarso-phalangeal-Gelenke noch nicht.

Deutlich tritt bei *Lemur brunneus* der ganze fibulare Grenzteil der Aponeurose und der Fasciculus hallucis (Fig. 10) hervor.

Lemur mongoz L. var. *rufifrons.*

Untersuchungsmaterial: eine Planta.

Diese Form schließt sich ganz an *Lemur brunneus* an, nur ist hier (Fig. 11) der mittlere Teil der Aponeurose, von dem ich schon

bei *L. brunneus* sagte, daß er schwach ausgebildet sei, noch bedeutend weniger entwickelt.

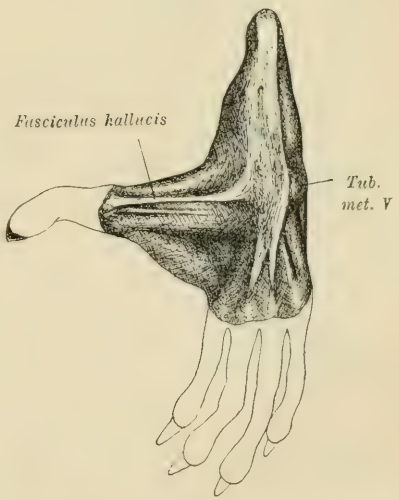
Dafür tritt der fibulare Teil desto schöner hervor und verläuft als deutlicher Strang vom Calcaneus an der Tub. met. V vorbei, bis zu seinem Endgebiet. An der Tub. met. V verfilzt er ein wenig, ist jedoch noch leicht beweglich. Im Endgebiet verlaufen die Fasern etwas schräg medial und bilden Zipfel für die 4. und 3. Zehe.

Einige Fasern von der tibialen Strahlung am Calcaneus sammeln sich zu einem Fasciculus hallucis (Fig. 11), der bei *L. rufifrons* etwas schwächer ist als bei *Lemur brunneus*. Auch scheint der Fasciculus hallucis hier einen sekundären Ansatz an die Basis der Grundphalanx der ersten Zehe zu bekommen.

Ein Teil der den Fasciculus hallucis bildenden Fasern verläuft etwas bogenförmig distalwärts und strahlt in die sich dort bildende Fascia hinaus.

So ist also der Hauptunterschied zwischen *L. brunneus* und *L. rufifrons* der, daß bei letzterem der mediale aponeurotische Teil schwächer und mehr fascienartig ist als bei ersterem. Der Endteil, der fast ausschließlich von dem fibularen Strang gebildet wird, ist schwächer entwickelt. Diese Rückbildung ist noch weiter geschritten bei *Lemur macaco*.

Fig. 12.



Lemur macaco L. Fasciculus hallucis vollständig losgetrennt; er gewinnt eine sekundäre Insertion am Os metatarsale. Die tibiale Seite der Aponeurose stark abgeschwächt. Leichte Insertion an der Tub. met. V. 2/3.

Lemur macaco L.

Untersuchungsmaterial: eine Aponeurose.

Die Aponeurosis plantaris ist hier (Fig. 12) auf einen Strang reduziert, der auf der lateralen Seite des Fußes verläuft. Vom Tub. calcanei verläuft die Aponeurose als ein einheitlicher Strang; der tibiale Teil löst sich aber bald auf, der fibulare Teil bildet ein schmales aponeurotisches Bündel, das an der Tub. met. V leicht inseriert und dann etwas bogenförmig medialwärts verläuft. Die Fasern teilen sich in zwei Bündel, die den Zehen 3 und 4 ent-

sprechen. Fast ohne Zusammenhang mit diesem Teil der Aponeurose tritt hier der Fasciculus hallucis auf. Er hat bei *Lemur macaco* schon einen deutlichen Ursprung an der Basis des Os metatarsale I empfangen und verläuft zur Gelenkkapsel des Metatarso-phalangealgelenkes des Hallux.

Beim Stadium der Extension der ersten Zehe wird der Fasciculus hallucis gespannt, und da er mit dem Plantarballen der ersten Zehe verwachsen ist, beschränkt sich die Funktion des Fasc. hallucis auf die Ausspannung dieses Ballens.

Vielleicht tritt dieser Strang nur noch als phylogenetischer Überrest des echten Fasciculus hallucis auf.

Lemur varius L.

Untersuchungsmaterial: eine rechte und linke Aponeurose eines Individuums.

Die bei *L. macaco* gewonnenen Resultate entsprechen auch den Verhältnissen bei *L. varius*, nur ist hier der fibulare Strang ein klein wenig stärker und breiter. An der Tub. met. V ist die Verwachsung vorgeschritten, so daß an dieser Stelle die Aponeurose schon ganz befestigt ist.

Die Trennung des Fasciculus hallucis von dem Rest der Aponeurose ist ebenfalls vollständiger; sein Ursprung direkt an der Basis des Os metatarsale I kann nicht bestritten werden. Sonst sind die Verhältnisse ganz denjenigen von *L. macaco* ähnlich.

aa. Kurze Zusammenfassung der Befunde bei den Lemuriden.

Die gewonnenen Resultate lassen sich etwa folgendermaßen zusammenstellen.

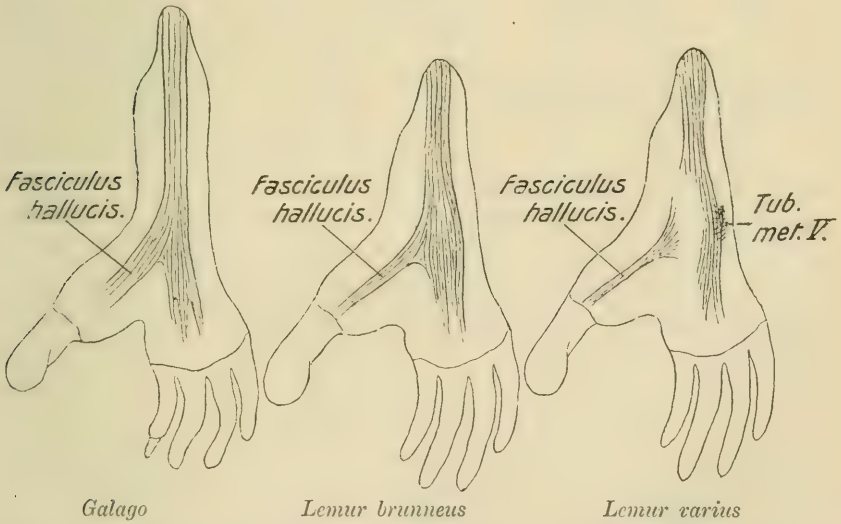
Tabelle I.

	M. plantaris	Springfunktion	Kletterfunktion	Verhältnisse am Calcaneus	Entwicklung der Aponeurose
Lorisinae (*Nycticebus*)	stark reduziert	—	schwach	wird nicht v. d. Sehne des Plant. erreicht	starke Reduktion der Aponeurose
Galaginae (*Galago*)	stark	gut entwickelt	gut	freie Übergleitung	gut entwickelt

	M. plantaris	Spring-funktion	Kletter-funktion	Verhältnisse am Calcaneus	Entwicklung der Aponeurose
Lemurinae *L. brunneus*	vorhanden	schwach	gut	ganz schwache Verfilzung	etwas abgeschwächt
L. mongoz . . .	vorhanden	—	-	etwas stärkere Verfilzung	etwas mehr abgeschwächt
L. macaco . . .	-	—	-	stärkere Verfilzung	Abschwächung
L. varius . . .	-	—	-	Verfilzung	-

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß bei gut springenden Formen die Plantarissehne am Calcaneus frei bleibt, wobei die Aponeurose wohl entwickelt ist. Mit der Abnahme der Springfähigkeit wird der M. plantaris schwächer, es tritt eine sekundäre Insertion der Sehne am Calcaneus ein und zugleich wird die Aponeurose reduziert. Die Kletterfunktion hat keinen besonderen Einfluß auf die Ausbildung der Aponeurose.

Fig. 13.



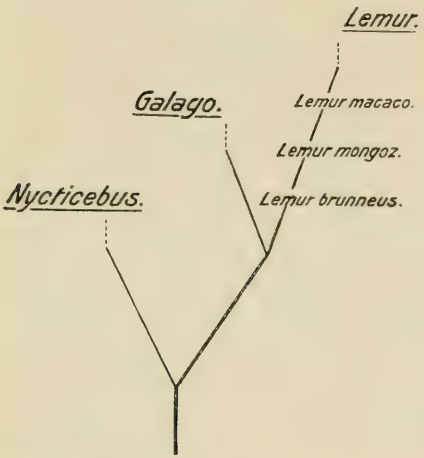
Schematische Darstellung der Aponeurose bei der Fam. Lemuridae. Leicht zu sehen ist die Lostrennung des Fasciculus hallucis von der übrigen Aponeurose und die Reduktion der letzteren an der tibialen Seite.

Um die Art und Weise, wie die Reduktion vor sich geht, besser zu demonstrieren, habe ich eine schematische Darstellung entworfen (Fig. 13). Die Lorisinae sind hier nicht in Betracht gezogen, da sie,

wie ich auf S. 205 betont habe, eine weit abseits stehende Gruppe sein müssen.

Charakteristisch ist es, das sei noch zum Schlusse erwähnt, daß mit der Rückbildung der Aponeurose bis auf den fibularen Teil eine sekundäre Insertion an der Tub. met. V Hand in Hand geht. Endlich will ich noch bemerken, daß die Trennung des Fasciculus hallucis von der übrigen Aponeurose eine gewisse Reduktion dieses Stranges mit sich bringt und schließlich zu einem Verschwinden führt. Der Fasciculus hallucis ist demnach dem Untergange geweiht.

Fig. 14.



Schematische Darstellung der Beziehungen, welche die drei untersuchten Genera der Prosimiae in bezug auf die Plantaraponeurose zueinander einnehmen.

Die in der Tabelle I dargestellten gegenseitigen Beziehungen der Prosimiae in bezug auf die Aponeurosis plantaris lassen sich noch besser graphisch zur Anschauung bringen (Fig. 14). Schlaginhaufen ('05, 116, Fig. 187) gibt ebenfalls eine graphische Darstellung der Prosimiae in bezug auf das Hautleistensystem der Planta. Die beiden Darstellungen divergieren nur scheinbar. Auf meiner Figur (15) wurden nur drei Genera berücksichtigt, während Schlaginhaufen deren fünf in Betracht zieht, und außerdem versuchte ich durch ungleichmäßige Länge der Linien die höher entwickelten Formen noch besser hervorzuheben.

b. Platyrrhine Westaffen.

Fam. Hapalidae.

Dieser kleine Westaffe ist ein recht lebhaftes Tierchen, das nur auf den Bäumen lebt. Sein Fuß ist kein so ausgesprochener Greiffuß mehr, wie bei den Lemuren. Die erste Zehe ist sehr stark reduziert, und dadurch spielt ihre Opponierbarkeit keine wichtige Rolle mehr.

Der M. plantaris verdient erwähnt zu werden. Nach Bischoff ('70, S. 291) und Barnard ('75, S. 126) ist er verhältnismäßig stark,

aber mit dem äußeren Kopfe des M. gastrocnemius stark vereinigt. Die sehr lange Muskelsehne tritt schon in der oberen Unterschenkelhälfte unter der Achillessehne hervor, verläuft neben ihr und geht dann ohne weiteres in die Aponeurose über.

Hapale jacchus (*H. penincillata*) Kuhl.

Untersuchungsmaterial: sieben Individuen.

Die Plantaraponeurose ist auf einen schmalen Strang reduziert, der an der fibularen Seite des Fußes verläuft (Fig. 15). An der Tub. met. V beschreibt der aponeurotische Strang einen kleinen Bogen und zieht dann distalwärts zu den Zehen. Noch über den Metatarso-phanlangeal-Gelenken wird die Aponeurose breiter und strahlt

Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

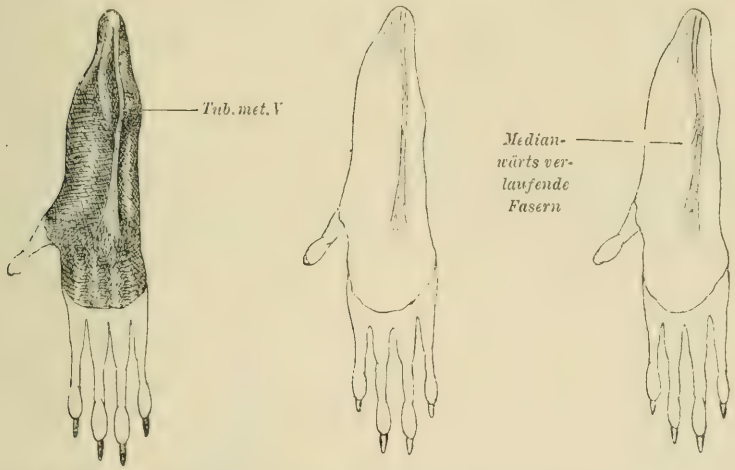


Fig. 15. *Hapale jacchus* Kuhl. Schwache Biegung der Aponeurose an der Tub. met. V. Ziemlich starke Ausbreitung im Endgebiet. 1/1.
Fig. 16. *Hapale jacchus* Kuhl. Schwache Entfaltung der Aponeurose im Endgebiet. 1/1.
Fig. 17. *Hapale jacchus* Kuhl. In der Regio tarso-metatarsalis sind sich medianwärts begebende Fasern zu sehen. 1/1.

in die Plantarfascie aus. Die Aponeurosis plantaris der Hapaliden ist auch ziemlich konstant. Die größte Variation tritt im Endgebiet auf; die Strahlung kann stärker oder schwächer (Fig. 16) ausgeprägt sein.

Noch ein Fall verdient erwähnt zu werden, bei welchem ich in der Höhe der Tub. met. V einige sich medialwärts begebende Fasern beobachten konnte; auch diese Fasern verloren sich in der Plantarfascie (Fig. 17).

Was die sekundäre Insertion an der Tub. met. V anbetrifft, so

ist sie nicht konstant; nur in zwei Fällen konnte ich eine ziemlich vollständige Verwachsung mit der Tub. met. V beobachten. Die andern fünf Individuen zeigten eine weniger starke oder gar keine Verwachsung.

Cebidae.

Bevor ich zur beschreibenden Darstellung der einzelnen Species übergehe, erlaube ich mir einige Bemerkungen über das ganze Genus vorauszuschicken.

Die Cebiden sind bekanntlich süd- und centralamerikanische Affen. Alle sind Kletterer. Zum Springen ist ihre hintere Extremität nicht geeignet; sie schwingen sich vermittelst ihrer langen Schwänze. Der M. plantaris ist stark reduziert. Ich habe ihn bei *Chrysothrix sciurea*, *Cebus flavus* und *Ateles ater* präpariert.

Chrysothrix sciurea zeigt in dieser Beziehung ungefähr die gleichen Verhältnisse wie *Hapale*. Der Muskelkopf entspringt am Cond. lat. fem., ist aber sehr schwach ausgebildet. Er geht recht bald in eine schmale Sehne über, die schon in der oberen Unterschenkelhälfte unter der Tendo Achillis hervortritt, nach unten verläuft, den Tuber calcanei überspringt und als Aponeurosis plantaris am Fuße endigt. Die Sehne des Plantaris ist bei dieser Species schon ziemlich mit der Tendo Achillis verwachsen und bleibt auch am Tuber calcanei nicht mehr frei.

Bei *Cebus flavus* sind die Befunde ebenfalls ähnlich, nur tritt die Plantarissehne viel tiefer unten, unter der Achillessehne hervor. Auch bei diesem Tier ist die Endsehne des M. plantaris schon am Unterschenkel etwas verwachsen. Ganz andre Verhältnisse weisen *Pithecia hirsuta* und *Ateles ater* auf.

Th. Bischoff ('70, S. 291) gibt für die *Pithecia hirsuta* an, daß der M. plantaris verhältnismäßig stark, aber mit dem äußeren Kopfe des M. gastrocnemius vereinigt sei. Er schreibt ('70, S. 229): »Die Sehne des Plantaris haftet bei mehreren Affen so fest an dem Gastrocnemius und der Tendo Achillis, daß man genau nachsehen muß, um sich von seiner Gegenwart zu überzeugen. Allein eine sorgfältige Untersuchung zeigt, daß dieser Muskel bei den niederen Affen überall entwickelt ist, ja bei *Pithecia* läßt sich seine starke Sehne leicht über das Fersenbein hinüber bis in die Planta pedis verfolgen.«

Was die Befunde bei *Ateles ater* anbelangt, so gibt Kohlbrugge ('97, S. 197) nach Meckel an, daß der M. plantaris bei dieser Species fehlt. Meine eigenen Nachforschungen erwiesen, daß wir zwar

medialwärts von der Tendo Achillis und mit ihr verwachsen eine Sehne finden, die der Plantarissehne entsprechen könnte. Wenn wir sie aber proximalwärts verfolgen, so sehen wir, daß sie keinen besonderen Muskel besitzt, nur mit dem medialen (nicht lateralen, wie man vermuten könnte) Kopf des M. gastrocnemius verschmilzt. Am Tuber calcanei ist diese Sehne festgewachsen und steht nicht mehr mit der Plantaraponeurose in Verbindung.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß bei dem Genus Cebidae der M. plantaris vorhanden ist und daß seine Sehne auch über den Calcaneus zur Aponeurose verläuft. Nur ausnahmsweise finden wir Verhältnisse, wie sie *Ateles* aufweist.

Die Beschreibung meiner Betrachtungen ordne ich nach den drei Subfamilien:

Nyctipithecinae, Mycetinae, Cebinae.

Subfam. Nyctipithecinae.

Chrysothrix sciurea Wagner.

Untersuchungsmaterial: vier Individuen.

Die Aponeurose verläuft bei *Chrysothrix* noch mehr medialwärts als bei *Hapale* (s. Fig. 15—17). Es ist ein ziemlich ansehnlicher Strang, der in den meisten Fällen die Tub. met. V meidet und bis zu der Metatarso-phalangeal-Region verläuft (Fig. 18). Fibularwärts

Fig. 18.

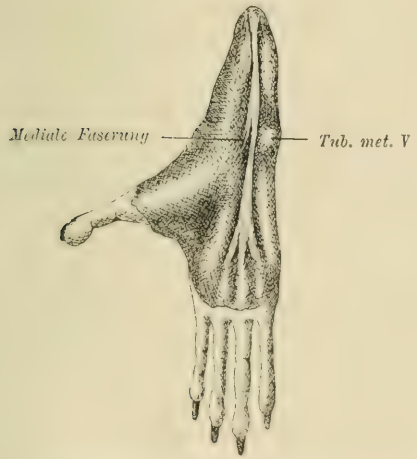


Fig. 19.

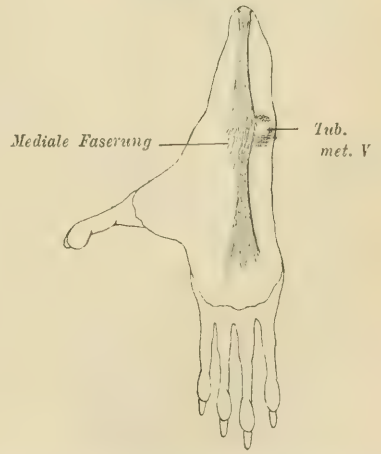


Fig. 18. *Chrysothrix sciurea* Wagner. Schwache mediale Faserung in der Regio tarso-metatarsalis. 2/3.
Fig. 19. *Chrysothrix sciurea* Wagner. Starke mediale Faserung in der Regio tarso-metatarsalis. 2/3.

ist die Aponeurose ihrer ganzen Länge nach gut abgegrenzt, tibialwärts ist das nicht der Fall. In der Tarso-metatarsal-Region sehen wir aponeurotische Fasern medialwärts verlaufen und sich dann in der Fascia verlieren; dies kann auf einige Fasern beschränkt sein (Fig. 18), oder es kann auch einen breiten Faserstrang in Anspruch nehmen (Fig. 19).

Die Aponeurose teilt sich in ihrem Endgebiet in drei Zipfel, die den Zehen 3, 4, 5 entsprechen. In einem einzigen Fall fand ich die Aponeurose der Tub. met. V leicht mit dem unterliegenden Gewebe verfilzt (Fig. 19).

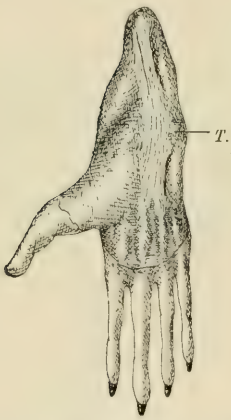
Mycetinae.

Mycetes seniculus Illig (*Alouatta seniculus*).

Untersuchungsmaterial: ein Individuum.

Die Aponeurosis plantaris dieser Species ist breiter, aber auch nicht so deutlich, wie die Aponeurose von *Chrysotrix sciurea* (Fig. 20).

Fig. 20.



Mycetes seniculus Illig. Die Plantaraponeurose geht allmählich in die Fascia über. 2/3.

Der aponeurotische Strang verläuft zur Tub. met. V, inseriert dort und begibt sich dann zu der Metatarsalregion. In der Tarsalregion bildet die Aponeurose einen ziemlich deutlichen Strang, der aber schon in der Höhe der Tub. met. V sich auflöst, weniger deutlich wird und allmählich in die Plantarfascie übergeht. In der Metatarsalregion ist die Aponeurose nur fibularwärts deutlicher abgegrenzt; in der medialen Richtung ist überhaupt keine Grenze mehr zu sehen.

Die Plantaraponeurose von *Mycetes* scheint nur zwei Endbündel — zur dritten und vierten Zehe — zu besitzen.

Cebinae.

Die einzelnen Species dieser Subfamilie will ich in folgender Reihenfolge darstellen.

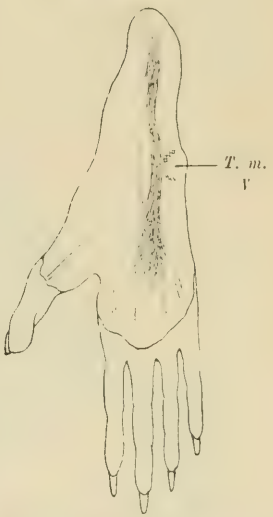
1) *Cebus capucinus*,
2) - *fatuellus*,
3) - *apella*,
4) *Cebus flavus*,
5) *Ateles ater*.

Cebus capucinus Geoffr.

Untersuchungsmaterial: zwei Individuen.

Die Aponeurosis plantaris ist bei dieser Species außerordentlich schwach. Ein ziemlich breiter, aber recht schwacher, aponeurotischer Strang verläuft von dem Calcaneus neben dem Tub. met. V bis zu der Metatarso-phalangeal-Region (Fig. 21). Im Endgebiet breitet sich die Aponeurose aus und teilt sich in zwei deutliche und zwei sehr undeutliche Zipfel. Diese letzteren Bündel entsprechen der zweiten bis fünften Zehe, wobei zu bemerken ist, daß die deutlichen Bündel zur dritten und vierten Zehe verlaufen.

Fig. 21.



Cebus capucinus Geoffr. Parallel dem fibularen Bündel verläuft ein recht schwaches tibiales. 2/3.

Bei einem der beiden untersuchten Individuen fand ich im tarsalen Teil eine ganz schwache Absplitterung der Fasern, die sich in der Fascia verloren. Erst sekundär sammelten sich die Fasern wieder zu einem schwachen Bündel, das parallel zum fibularen Teil der Aponeurose verlief (Fig. 21).

Diese Form schließt nicht an diejenige von *Mycetes* oder von *Chrysothrix* an. Die Verhältnisse stehen zwar für sich allein da, erinnern jedoch an eine Zwischenform von Hapaliden und Nyctipitheciden.

Cebus fatuellus Geoffr.

Untersuchungsmaterial: zwei Individuen.

Die Aponeurose ist auch bei *Cebus fatuellus* recht schwach. In ihrer Entwicklung schließt sie sich am besten an *Chrysothrix sciurea* an. Wir finden hier (Fig. 22) einen Strang, der vom Calcaneus an fast in der Mitte des Fußes verläuft, nachher umbiegt und, die Tub. met. V meidend, mehr lateral verläuft. Nur die laterale Seite der Aponeurose ist deutlich abgegrenzt.

In der Höhe der Tub. met. V sehen wir eine ziemlich bedeutende Faserausstrahlung in die Plantarfascie. Der übrige Teil verläuft distalwärts, geht aber nicht so weit, wie die Aponeurose von *Chrysothrix sciurea* und bildet eigentlich nur ein Bündel zur fünften Zehe; die andern Zipfel sind reduziert. Bei einem Individuum fand ich

einen schwachen bindegewebigen Strang, der zur ersten Zehe zieht und den Fasciculus hallucis der Lemuren entspricht.

So zeigt diese Form einen Schwund hinsichtlich Breite, Stärke und Ausbreitung.

Cebus apella Geoffr.

Untersuchungsmaterial: ein Individuum.

Nach Forbes ('94, S. 211) ist diese Species mit *Cebus fatuelles* identisch. Da ich hier jedoch etwas divergente Verhältnisse fand, so gebe ich sie besonders an. Trotzdem läßt sich diese Form an

Fig. 22.

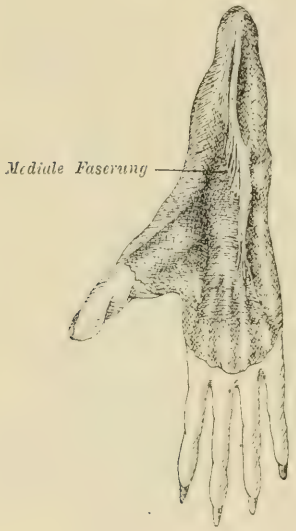


Fig. 23.

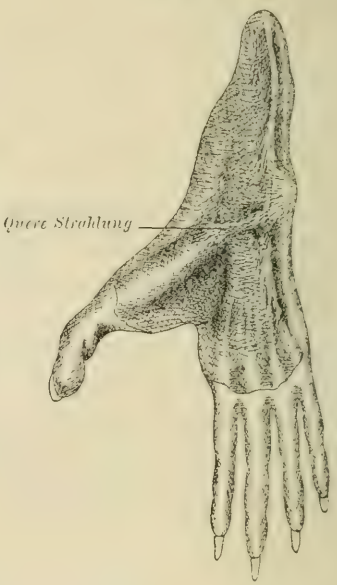


Fig. 22. *Cebus fatuellus* Geoffr. Starke mediale Faserung in der Regio tarso-metatarsalis. 2/3.
Fig. 23. *Cebus apella* Geoffr. Zum erstenmal sehen wir hier die quere Faserung von Tub. met. V herkommend. 2/3.

Cebus fatuellus anschließen. Wie dort ist die Aponeurose im allgemeinen sehr schwach. Der fibulare Aponeurosenstrang unterscheidet sich nicht viel von demjenigen des *Cebus fatuellus*. Nur liegt er hier (Fig. 23) am Tarsus mehr lateral und scheint, schon in der Tarsalregion beginnend, der ganzen Länge nach medialwärts Fasern abzugeben. Das Endgebiet ist demjenigen der Aponeurose von *Cebus fatuellus* durchaus ähnlich.

Am Calcaneus, etwas medial von der eigentlichen Aponeurose, sehen wir einige sporadische Fasern.

Auch bei dieser Form meidet der fibulare Strang die Tub. met. V. Wir finden jedoch bei *Cebus apella* zum erstenmal eine deutliche Ausstrahlung bindegewebiger Fasern von der Tub. met. V aus. Der untere Teil dieser Fasern bildet ein starkes Bündel (Fig. 23), das sich teilweise mit der Aponeurose verbindet und sie teilweise überbrückt; dieses Bündel durchquert den ganzen Metatarsus und verliert sich erst in dem subcutanen Bindegewebe des Großzehenballens. Mit *Nycticebus tardigradus* (Fig. 7 und 8) ist diese Form, was die quere Strahlung anbelangt, nicht vergleichbar, da, wie ich erwähnt habe, hier eine regelrechte Faserstrahlung vorkommt, was dort nicht der Fall war. Noch stärker, wie wir sehen werden, finden wir diese merkwürdige Strahlung bei *Cebus flavus* ausgeprägt.

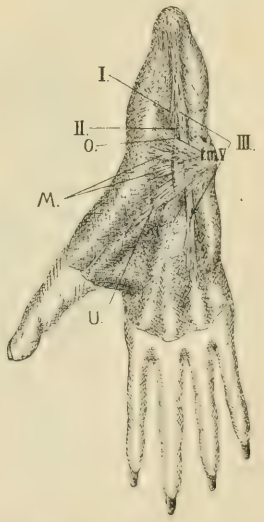
Cebus flavus Geoffr.

Untersuchungsmaterial: ein Individuum.

Die Verhältnisse sind bei diesem Tier sehr kompliziert und interessant, und ich muß das Bedauern aussprechen, daß Mangel an Material mir nicht erlaubt hat, die Konstanz dieser Verhältnisse bei mehr Individuen zu prüfen.

Ich beginne nicht, wie gewöhnlich, mit der Darstellung der Aponeurose, sondern mit der Beschreibung der schon bei *Cebus apella* erwähnten, sonderbaren Strahlung von der Tub. met. V, die hier noch viel stärker und ausgeprägter zutage tritt (Fig. 24). Wir sehen diese Strahlung als von Tub. met. V aus radiär verlaufende aponeurotische Fasern, die sich hauptsächlich in drei Bündeln gruppieren. Das obere Bündel (*O*) verläuft schräg proximalwärts und verliert sich in der medialen Tarsalregion; das mittlere (*M*) durchquert den Fuß in der Höhe der Tub. met. V und das untere, das stärkste von allen, verläuft zur ersten Zehe. Alle diese Bündel überbrücken die eigentliche Aponeurose.

Fig. 24.



Cebus flavus Geoffr. *I, II, III* longitudinale Bündel; *III* Hauptstrang der Aponeurose (Apon. fibularis); *O.M.U.* oberes, mittleres und unteres queres Bündel. 1/2.

Diese letztere verläuft als fibularer Strang fast in der Mitte des Fußes und teilt sich bald in drei Zipfel. Der erste und zweite Zipfel sind unwesentliche kleine, aber deutliche Bündel,

während das Bündel III den Hauptteil der Aponeurose bildet (s. Fig. 24).

Das Bündel I verfilzt sich mit den queren Fasern des oberen Teils (*O*) der von der Tub. met. V ausgehenden Strahlung.

Das Bündel II wird von dem oberen queren Bündel (*O*) überbrückt, kommt dann zum Vorschein, wird wieder von einem Teil des mittleren queren Bündels (*M*) überbrückt, worauf es wieder sichtbar wird und frei endigt.

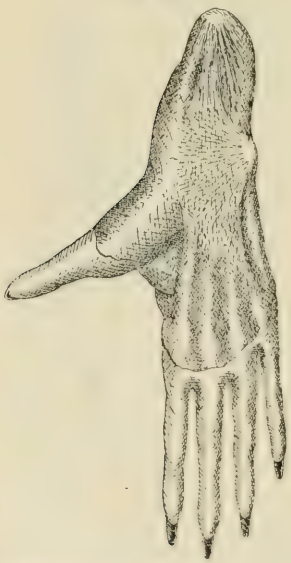
Der Hauptstrang der Aponeurose wird von den queren Fasern vollständig bedeckt und verläuft in der Tiefe; erst unterhalb der Tub. met. V tritt er hervor. Im Endgebiet bietet diese Aponeurose keine Besonderheiten.

Ateles ater F. Cuv.

Untersuchungsmaterial: zwei Individuen.

Die Befunde bei *Ateles* sind so absonderlich unter allen Cebiden, daß sie für eine ziemlich weite Verwandtschaft des Tieres sprechen.

Fig. 25.



Ateles ater F. Cuv. Die Aponeurose ist undeutlich und geht in die Plantarfascie über. 1/2.

Ich erinnere an die Tatsache (S. 214), daß *Ateles* keinen M. plantaris besitzt. Außerdem ist es das einzige Tier unter den Cebiden, bei dem ich an der Fußsohle einen starken Panniculus adiposus fand. Die Aponeurose ist an ihrem oberen Teil stark und radiär angeordnet. Die Fasern gruppieren sich in einzelne Bündel (Fig. 25), von denen eins, das stärkste, der eigentlichen Aponeurose der andern Cebiden entsprechen könnte.

Dieses Bündel wird breit, weniger stark, bedeckt die Tarso-metatarsal-Region und geht dann in die Fascie über. Von der Tub. met. V aus sehen wir eine Faserstrahlung, die sich dann mit dem aponeurotischen Blatt vereinigt.

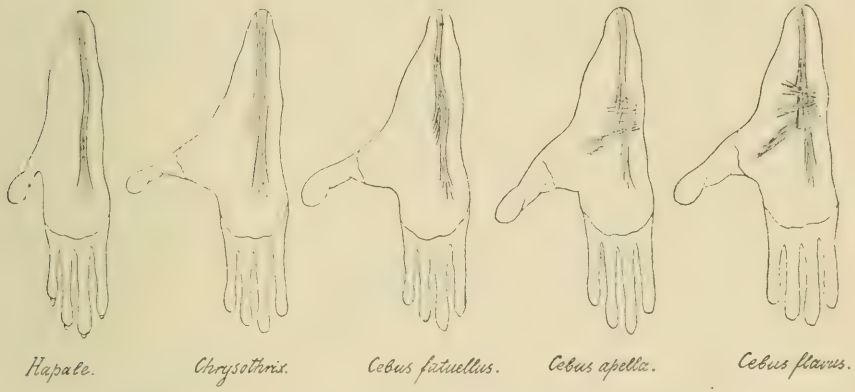
Diese Form schließt sich wegen der Breite der Aponeurose teilweise an *Mycetes seniculus* und wegen der Verfilzung der aponeurotischen Fasern mit der queren Strahlung von der Tub. met. V an *Cebus flavus* an.

bb. Zusammenfassung der Befunde bei den platyrrhinen Westaffen.

Wenn wir kurz die eben dargestellten Verhältnisse bei den Westaffen überblicken wollen, so müssen wir uns das Ziel vor Augen stellen, die Entwicklungsreihe und auch den Anschluß an die Halbaffen (Lemuren) ausfindig zu machen.

Die Funktion des Fußes ist bei beiden Gruppen eine ziemlich gleiche; ein ausgesprochener Kletterfuß, der in einer Entwicklungsreihe immer mehr die Opponierbarkeit der ersten Zehe verliert (*Hapale*) und in der zweiten Richtung einen vollständigen Schwund des M. plantaris (*Ateles*) zeigt. Wenn wir die dargestellte Vergleichstabelle (Fig. 26) studieren, so sehen wir deutlich, wie sich die Um-

Fig. 26.



Schematische Darstellung der Aponeurose bei den Platyrrhinen.
Grundform: *Cebus fatuellus* (an Lemuren anschließend).
Nach links: Reduktion der Aponeurose bis auf schmalen fibularen Strang.
Nach rechts: Entstehung und Entwicklung der queren Strahlung von Tub. met. V aus.

wandlungen allmählich ausgebildet haben, oder vielmehr, wie sie sich von einer mittleren Form in beiden Richtungen entwickeln.

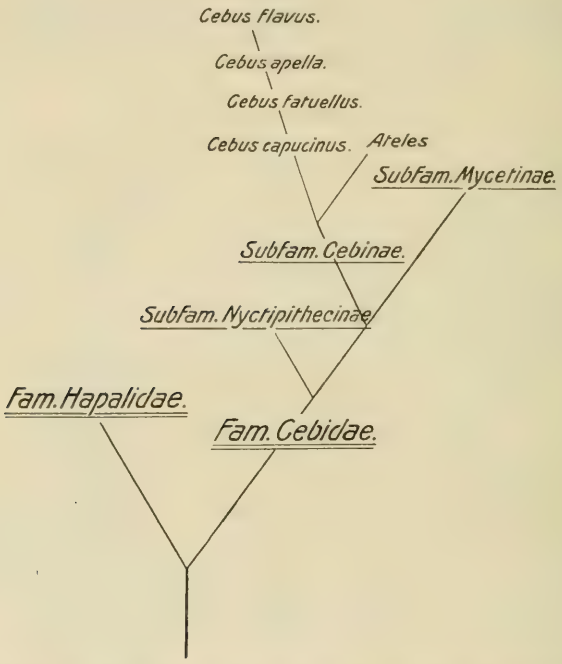
Fig. 13 zeigt uns als Endpunkt der Entwicklung bei den Lemuren die Form *Lemur varius*. Von den amerikanischen Affen schließt sich an diese Form am meisten die Species *Cebus fatuellus* (Fig. 26) an. Das ist nicht nur die Form, bei welcher der fibulare Teil der Aponeurose sehr ähnlich ist, sondern auch das einzige Tier unter den Westaffen, bei dem ich eine Spur vom Fasciculus hallucis gefunden habe. Der Übergang ist also ein sichtbarer. Von dieser Form aus konnte ich die Entwicklung in zwei oder vielmehr drei Richtungen verfolgen.

1) Die Aponeurose beschränkt sich immer mehr auf den fibularen Strang und zeigt auch keine mediale Faserstrahlung in der Tarso-metatarsal-Region. Dieses geht Hand in Hand mit der starken Reduktion des Hallux; zugleich sehen wir eine Verstärkung im Metatarsalgebiet.

Als Endform tritt hier *Hapale* auf.

2) Der fibulare Aponeurosenstrang verändert sich nur insofern, als wir einige Faserbündel medialwärts sich begeben sehen. Da-

Fig. 27.



Schematische Darstellung der gegenseitigen Beziehungen der untersuchten *Platyrrhina* in bezug auf die Plantaraponeurose.

gegen tritt hier ein neues Gebilde auf in Form einer queren Strahlung von der Tub. met. V aus.

Endform: *Cebus flavus.*

3) Von *Chrysothrix sciurea* ließe sich die Form *Mycetes seniculus* ableiten, wenn wir uns die Aponeurose stark verbreitert denken, und von dieser vielleicht *Ateles ater*, bei dem das aponeurotische Fascienblatt den größten Teil der Planta bedeckt.

Wenn wir nun auf Grund dieser Befunde eine Entwicklungstabelle aufstellen, so müssen sich die von mir untersuchten Formen

wie in Fig. 27 angedeutet verhalten. Die Stellung von *Ateles ater* F. Cuv. ist fraglich. Wenn wir die Figur mit derjenigen von Schlaginhaufen ('05, 119) vergleichen, so finden wir in der Tat Unterschiede nur in bezug auf *Ateles ater* F. Cuv.

Was die ganze Gruppe der *Platyrrhina* anbetrifft, so ist anzunehmen, daß diese Tiere nur Seitenzweige des allgemeinen Entwicklungsstammes bilden, was auch mit den Angaben andrer Autoren übereinstimmen würde.

Ich will endlich versuchen, auch hier die Funktion des Fußes mit der Ausbildung der Aponeurose in Zusammenhang zu bringen. Wie bei den Lemuren auf S. 210 will ich dabei den Zusammenhang der Aponeurose mit dem M. plantaris, die Funktion des Fußes, die Verhältnisse am Calcaneus und endlich auch die Stärke der Aponeurose ins Auge fassen.

Tabellarisch angeordnet lassen sich die Resultate etwa folgendermaßen zusammenstellen:

		M. plantaris	Funktion des Fußes	Verhältnisse am Calcaneus	Entwicklung der Aponeurose
Hapalidae	*Hapale jacchus*	schwach mit M. gastrocnemius verbunden	nur Kletterfunktion	mit dem Calcaneus ziemlich verwachsen	schwach
Cebidae	Nyctipithecinae				
	Chrysothrix sciurea	schwach entwickelt	-	verwachsen	-
	Mycetinae				
	Mycetes seniculus	?	-	?	sehr schwach
	Cebinae				
	C. capucinus . .	schwach	-	verwachsen	schwach
	C. fatuellus . . .	-	-	-	-
	C. apella	-	-	-	-
	C. flavus	-	-	-	-
	Ateles ater . . .	sehr schwach	-	vollständige Trennung der Plantarissehne von der Aponeurosis plantaris	sehr schwach

Die Platyrrhinen weisen keine Springfunktion auf, und vielleicht ist der M. plantaris auch aus diesem Grunde schwach aus-

gebildet. Damit geht Hand in Hand die Abschwächung der Aponeurose und die sekundäre Verfilzung am Calcaneus. Tiere, die einen sehr schwachen oder gar keinen M. plantaris (*Mycetes seniculus*?) besitzen, zeigen uns eine ganz rudimentäre Aponeurose. Die Kletterfunktion allein bewirkt also keine starke Ausbildung der Aponeurosis plantaris.

c. Catarrhine Ostaffen.

1. Fam. Cercopithecidae:

a. Subfam. Cercopithecinae.

b. Subfam. Semnopithecinae.

2. Fam. Simiidae.

a. Subfam. Hylobatidae.

b. Anthropomorphae.

a. Cercopithecidae.

Subfam. Cercopithecinae.

Genus Papio.

Die Lebensweise dieser Tiere ist prinzipiell eine andre als die der Lemuren und Westaffen. Es sind Affen, deren hintere Extremität weniger zum Klettern und mehr zum Springen und Gehen geeignet ist. Forbes sagt ('94, 258):

»Sie leben hauptsächlich auf dem Boden und zwar vorwiegend auf felsigen und steinernen Hügeln. Weniger oft halten sie sich auf den Bäumen auf, da ihre gleich lange vordere und hintere Extremität dazu nicht gut angepaßt erscheint.«

Der M. plantaris ist beim ganzen Genus stark entwickelt. Bischoff ('94, S. 291) beschreibt denselben bei *Cynocephalus maimon* »als einen sehr starken Muskel, dessen Sehne in die Fascia plantaris übergeht«.

Champney sagt über den M. plantaris des *Anubis* ('72, S. 198):

»In *Anubis* it was fused with the outher head of the Gastrocnemius for half a inch from its Origin, and was partly united with it by tendinous slips for one inch further, at this point being connected with the outher head of the Gastrocnemius by a broad fibrous band. Its muscular belly was longer than either of those of the Gastrocnemius and its greatest breadth was half that of Soleus.«

Ich konnte den Plantaris selbst bei *Papio hamadryas* beobachten. Bei dieser Species entspringt er dicht neben dem lateralen Kopf des M. gastrocnemius und wird zu einem Muskel von einer dreieckigen, spindelförmigen Gestalt. An der dem M. gastrocnemius zugewendeten Seite geht der M. plantaris bald in die Sehne über. Der eigentliche Muskelkopf liegt auf dem M. soleus und erreicht das untere Drittel des Unterschenkels. Die Endsehne ist stark, obwohl nicht breit, und überspringt den Tuber calcanei etwas mehr medialwärts als bei den bis jetzt beschriebenen Formen, um in die Aponeurose überzugehen.

Was den Zusammenhang der Aponeurosis plantaris mit dem Musc. plant. anbetrifft, so habe ich ihn nachkontrolliert bei *Cynocephalus hamadryas*, *Cynocephalus babuin*, *Papio sphinx* und *Papio anubis*. Er ist überall vorhanden, aber am Calcaneus inseriert die Sehne des M. plantaris so stark, daß der Muskel auf die Plantaraponeurose fast keinen Einfluß mehr ausübt. So verliert nun der M. plantaris immer mehr seine eigentliche Funktion — die Haut an der Fußsohle zu spannen — und wird allmählich neben den andern Muskeln zu einem Flexor des Fußes.

Die Aponeurose ihrerseits wird immer weniger vom M. plantaris abhängig. Sie wird, durch die Entwicklung der eigentlichen Gehfunktion bedingt, immer stärker. Ich werde ihre Entwicklung in folgender Reihe verfolgen:

Cynocephalus anubis,
Papio sphinx,
Cynocephalus hamadryas,
Cynocephalus babuin,
Papio maimon.

Cynocephalus anubis Schl.

Untersuchungsmaterial: zwei Individuen.

Wie uns die Fig. 28 zeigt, verläuft die Aponeurose als deutlicher Strang zur Tub. met. V, von dort aber etwas bogenförmig weiter schräg-medialwärts. Lateralwärts ist der Strang gut abgegrenzt mit Ausnahme der Strecke an der Tub. met. V. Distalwärts von der Tub. met. V ist die Begrenzung besonders scharf.

Medialwärts verläuft der Strang leicht bogenförmig, ist aber nicht so deutlich abgegrenzt. Im Endgebiet sehen wir eine gewisse Ausbreitung und eine undeutliche Teilung in Zehenbündel, auf Fig. 28

fast fehlend. So bekommt nun die Zehe V ein recht schwaches Bündel, und der Rest der Aponeurose teilt sich ziemlich gleichmäßig zwischen die IV. und III. Zehe.

Außerdem sehen wir, wie sich gleich am Calcaneus ein Teil der Plantarissehne abspaltet und in die Tarsalregion ausstrahlt. Doch reichen diese Bündel kaum bis ans Ende des Tarsus.

Die drei untersuchten Plantaraponeurosen zeigten bei *Cynocephalus anubis* keine große Variationsbreite. Erwähnenswert ist nur

Fig. 28.

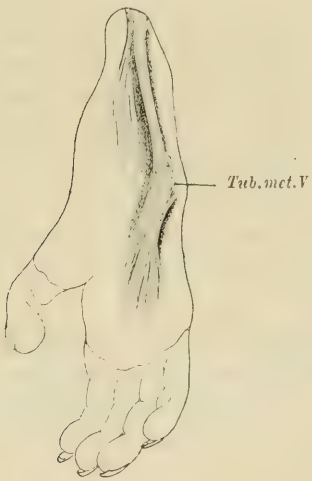


Fig. 29.

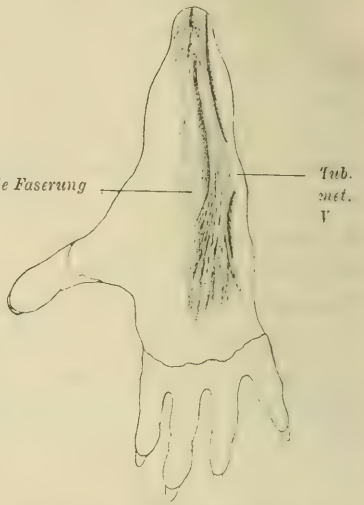


Fig. 28. *Cynocephalus anubis* Schl. Fibulare Aponeurose etwas stärker als bei den Lemuren entwickelt. Lateral gut abgegrenzt. Insertion an der Tub. met. V. 1/2.

Fig. 29. *Papio sphinx* Geoffr. Die tibialen Fasern verlaufen bis weit distalwärts. Starke Ausbildung des fibularen Stranges. 1/2.

ein Fall, bei dem der tarsale, fibulare Strang etwas breiter und stärker entwickelt war.

Papio sphinx Geoffr.

Untersuchungsmaterial: vier Plantaraponeurosen.

Diese Species schließt ganz an *Cynocephalus anubis* an.

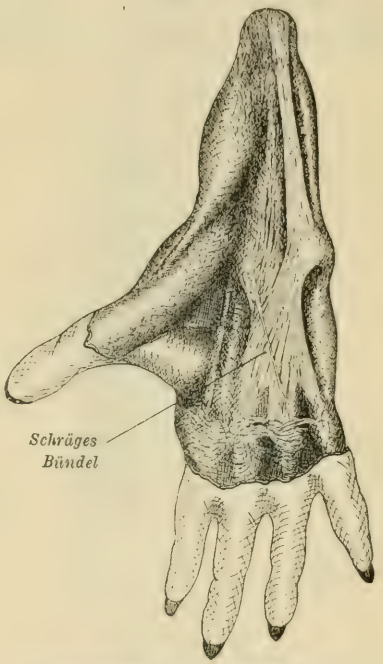
Der fibulare Strang ist hier sehr ähnlich entwickelt, er ist stark, lateralwärts gut abgegrenzt und breitet sich im Endgebiet aus, die Zehen III, IV, V (Fig. 29) versorgend. Er inseriert auch an der Tub. met. V.

Neu ist bei *Papio sphinx* die Verstärkung der medialen Plantarfascie. Aponeurotische Fasern verlaufen vom Calcaneus bis weit herunter und bilden so den ersten Anfang eines tibialen Stranges

Fig. 30 zeigt uns einen interessanten Fall. Einige Fasern des medialen Teiles sammeln sich zu einem dünnen Bündel, das schräg über den breiten Endteil des fibularen Stranges verläuft und sich nachher mit dem Bündel der IV. Zehe verbindet.

Die wichtigsten Variationen der vier untersuchten Aponeurosen bestanden 1) in verschieden starker Entwicklung des Stranges zur V. Zehe und 2) in verschiedener Entwicklung und Stärke des tibialen Teiles. Bei einem Exemplar fand ich in dieser Hinsicht ein Stadium, das ganz den Verhältnissen von *Cynocephalus anubis* entspricht.

Fig. 30.



Papio sphinx Geoffr. Schräges Bündel in der Regio metatarsalis; sonst das gleiche wie Fig. 29. 2/3.

Cynocephalus hamadryas Geoffr.

Untersuchungsmaterial: fünf Plantae.

Cynocephalus hamadryas liefert ziemlich eigenartige Befunde, die wahrscheinlich mit der oft bedeutenden Entwicklung des Panniculus adiposus und des subcutanen Bindegewebes zusammenhängen.

Fig. 31 und 32 zeigen Verhältnisse, die sich zwar von *Papio sphinx* ableiten lassen, aber dennoch verschieden davon sind. In Fig. 31 sehen wir eine mächtige Entfaltung des fibularen Stranges. Auch hier ist er lateral gut abgegrenzt, während er medialwärts allmählich in die Fascia und in die tibiale Faserung übergeht. Spezifisch für *Cynocephalus hamadryas* erscheinen Faserbündel, die sich von der Aponeurose abzweigen und in dem starken Panniculus adiposus verschwinden. Ich will sie Hautbündel nennen. Diese Hautbündel entspringen, wie es Fig. 31 beweist, auf einer Bogenlinie vom metatarsalen Teil des fibularen Aponeurosenstranges. Von der Tub. met. V, wo übrigens der letztere deutlich inseriert, strahlen Verstärkungsfasern aus, die etwa die Richtung der sich abspaltenden

Bündel andeuten. Auch weiter unten an dem Teil, der der III. Zehe entspricht, sehen wir ebenfalls ein ähnliches Bündel.

Fig. 32 zeigt insofern andre Verhältnisse, als wir die Hautbündel in der Höhe der Tub. met. V in zwei Reihen auffinden. Auch ragen sie nicht so tief herab. Erst am Zipfel der V. Zehe spalten sich wieder Hautbündel ab. Bei diesem Individuum zeigt sich auch eine sehr starke Entwicklung des tibialen Stranges, der hier als ein regel-

Fig. 31.

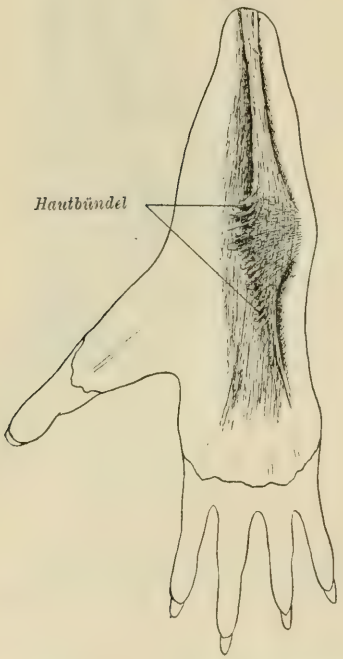


Fig. 32.

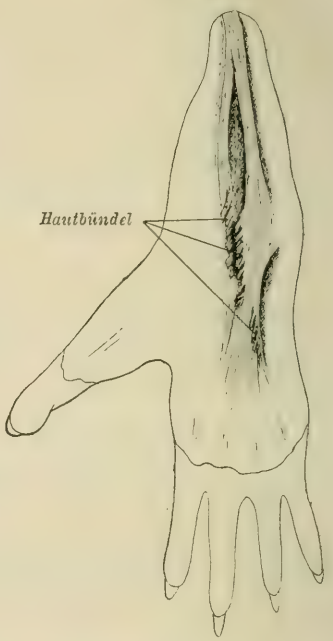


Fig. 31. *Cynocephalus hamadryas* Geoffr. 1/2.

Fig. 32. *Cynocephalus hamadryas* Geoffr. Die Hautbündel entspringen in zwei Reihen. In der Tarsalregion Zweiteilung der Aponeurose. 1/2.

rechtes Bündel in einer kleinen Entfernung vom fibularen Strang verläuft.

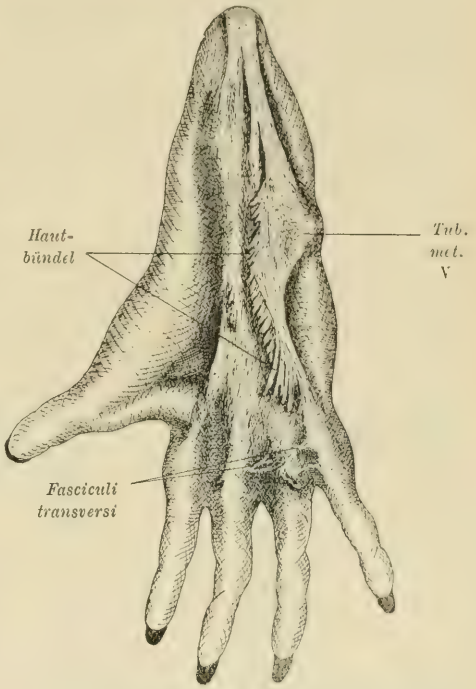
Auf Fig. 33 sehen wir die Plantaraponeurose von einem großen und starken Tier. Sie ist hier enorm entwickelt, stark gefasert, unregelmäßig und undeutlich. Die Aponeurosis bedeckt bei diesem Tier den größern Teil der Planta als eine ziemlich einheitliche Sehne. Die Hautbündel gelangen auch zu einer außerordentlichen Entwicklung und Länge, besonders weiter unten. Was ihre Richtung und ihren Ursprung anbetrifft, so stimmen sie ziemlich mit der Fig. 32

überein. Die starken Faserzüge am Calcaneus lassen sich nicht gut ableiten.

Wenn ich die eben erwähnten und auch die bei andern Exemplaren von *Cynocephalus hamadryas* entsprechend gefundenen Bildungen überblicke, so komme ich zu der Überzeugung, daß diese Species einen Seitenzweig der allgemeinen Entwicklungsreihe darstellt; einen Seitenzweig, der sich auf die andern Arten (*Papio sphinx*) zurückführen, aber nicht gut neben sie stellen läßt.

Außerdem weist *Cynocephalus hamadryas* eine außerordentlich starke Variationsbreite auf, die wahrscheinlich, wie ich schon früher gesagt habe, mit der starken Entwicklung des subcutanen Bindegewebes und des Panniculus adiposus zusammenhängt.

Fig. 33.



Cynocephalus hamadryas Geoffr. Mächtige Hautbündel im unteren Teil der Aponeurose. 1/2.

Cynocephalus babuin Forbes.

Untersuchungsmaterial: sechs Plantaraponeurosen.

Diese Form schließt sich ebenfalls an *Papio sphinx* an, da sie aber einen wichtigen Übergang zu den andern Stadien bietet, so müssen wir sie etwas eingehender betrachten. Sämtliche Individuen zeigen eine gewisse Zweiteilung der Plantarissehne, etwa 2 cm unterhalb des Tuber calcanei. Ähnliches sehen wir schon in schwachem Grade bei *Papio sphinx* (Fig. 29) und etwas stärker bei *Cynocephalus hamadryas* (Fig. 32). Übrigens ist diese Zweiteilung auch bei *Cynocephalus babuin* verschieden. Fig. 34 weist sie in einem schwächeren Grade auf, während sie bei andern Individuen stärker entwickelt ist.

Fig. 34.

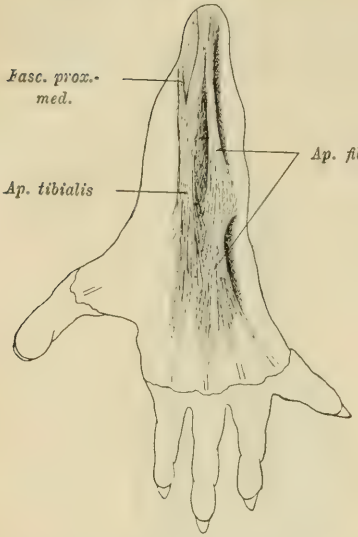


Fig. 35.

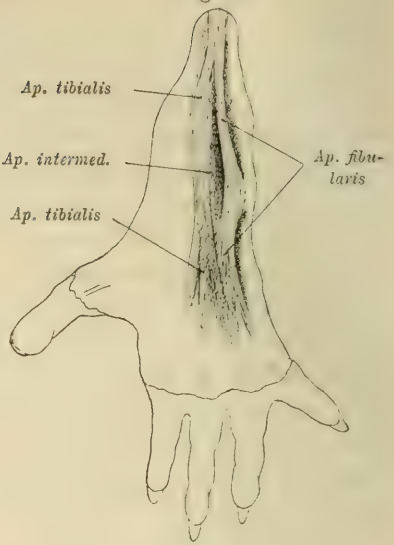


Fig. 34. *Cynocephalus babuin* Forbes. Tibialer Strang nur ganz schwach entwickelt. In der Regio tarsalis — Fasc. proximo-medialis. 1/2. — Fig. 35. *Cynocephalus babuin* Forbes. Die Apon. tibialis beginnt sich im Endgebiet über der Apon. fibularis auszubreiten. Zwischen den beiden Strängen — Apon. intermedialis. Fasc. proximo-medialis sehr schwach. 1/2.

Fig. 36.

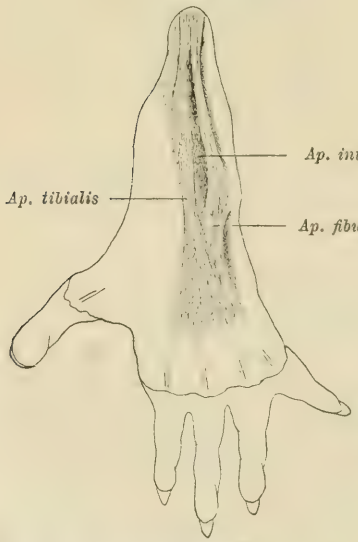


Fig. 37.

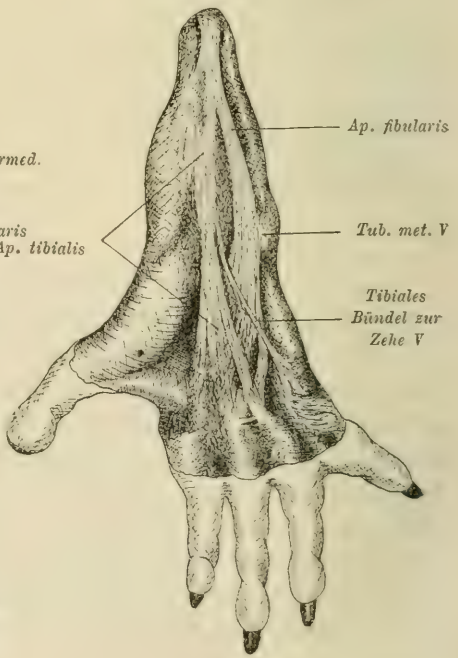


Fig. 36. *Cynocephalus babuin* Forbes. Im Endgebiet bedeckt der tibiale Strang die fibulare Aponeurose. Fasc. proximo-medialis fehlt. 1/2. — Fig. 37. *Cynocephalus babuin* Forbes. Apon. fibularis zieht nicht mehr zur V. Zehe. Apon. tibialis dominiert im Endgebiet. Zur V. Zehe spaltet sich ein besonderes Bündel ab. 3/5.

Der laterale Teil bildet den fibularen Strang der Aponeurose. Dieser verläuft nun ganz ähnlich demjenigen von *Papio sphinx* und *Cynocephalus anubis*. Ich gebe daher keine neue Beschreibung mehr und verweise, was den fibularen Teil der Aponeurosis anbetrifft, auf S. 225. Der einzige Unterschied ist der, daß bei *Cynocephalus babuin* sich die Fasern im Endgebiet deutlicher in Zipfel teilen. Auch das Bündel zur V. Zehe tritt hier stärker hervor.

Der andre Teil der Aponeurose bildet den tibialen Strang, der recht interessante Befunde zeigt. Wie die Fig. 34, 35, 36, 37 lehren, konnte ich eine ganze Skala seiner Entwicklung darstellen.

In Fig. 34 ist er am schwächsten und doch bedeutend stärker als bei *Papio sphinx*, wo er zum erstenmal auftritt. Die Fasern sind deutlicher in einen Strang gruppiert, verlaufen weiter distalwärts und nehmen im Endgebiete eine lateralwärts ziehende schräge Richtung ein. Sie kommen aber nicht über die Mitte des Metatarsus heraus. Nur der ganz lateral gelegene Teil ragt etwas weiter distalwärts und bildet ein undeutliches Bündel für die V. Zehe. Als oberflächliche Schicht kreuzen die Fasern das Endgebiet des fibularen Teiles. Fig. 35 zeigt das gleiche Verhalten nur in verstärktem Maße. Der tibiale Strang tritt stärker hervor, überbrückt deutlicher das Endgebiet der fibularen Endaponeurose und führt die Fasern ebensoweit distalwärts, wie der fibulare Strang. Die Fasern teilen sich ebenfalls in Endbündel, die entweder die fibularen Zehenbündel verstärken oder ganz selbstständig andre Zehen versorgen.

So sehen wir auf Fig. 35 eine Verstärkung des Bündels für die IV. Zehe, eine fast ausschließliche Versorgung der III. Zehe und ein ganz selbständiges Bündel zur II. Zehe.

Noch bedeutend besser entwickelt erscheinen diese Verhältnisse auf Fig. 36. Der tibiale Teil der Aponeurose nimmt deutlich überhand und strahlt im Endgebiet über den ganzen fibularen Endteil aus. Etwa in der Mitte seines Verlaufes finden wir den tibialen Teil auch schon von beiden Seiten deutlich abgegrenzt.

Zwischen dem fibularen und tibialen Strang befindet sich eine Fläche, die ebenfalls mit aponeurotischen Fasern bedeckt ist. Die Aponeurose ist jedoch an dieser Stelle schwach und stellt meist nur eine schimmernde aponeurotische Fascie dar. Wie wir sehen werden, spielt sie dennoch in der Phylogenie eine gewisse Rolle; daher auch die besondere Benennung: Aponeurosis intermedialis (Fig. 35—37). Ein recht interessantes und divergentes Verhalten zeigt uns dasjenige Individuum, dessen Aponeurose Fig. 37 darstellt.

Der fibulare Teil bildet merkwürdigerweise keinen Zipfel für die V. Zehe. Die sonderbare Abspaltung lateralwärts, die dieses Bündel immer zeigt, ist auch hier vorhanden, aber die Fasern schlagen eine mediale Richtung ein und verlaufen bogenförmig zur IV. Zehe. Dafür spaltet sich in der Höhe der Tub. met. V ein Faserbündel von dem tibialen Strang ab und verläuft oberflächlich quer über den ganzen fibularen Teil und ersetzt das gewöhnliche Bündel der V. Zehe.

Noch eine kleine Varietät muß erwähnt werden, die in Fig. 35 angedeutet ist und in Fig. 34 etwas stärker hervortritt. Ein kleiner Teil des tibialen Stranges schlägt in der oberen Tarsalregion eine proximal-mediale Richtung ein, wobei er einige vom Calcaneus strahlende Fasern überbrückt (Fig. 34). Ich mache schon hier darauf aufmerksam, weil, wie wir sehen werden, diese neue Komplikation sich in später zu behandelnden Gruppen öfters wiederholt.

Wenn ich nun alles, was ich von *Cynocephalus babuin* gesagt habe, kurz zusammenfasse, so muß ich zunächst erwähnen, daß auch diese Species, wie *Cynocephalus hamadryas*, eine sehr große Variationsbreite aufweist. Es besteht jedoch ein prinzipieller Unterschied der Variation. Während bei *Cynocephalus hamadryas* die Abänderungen in verschiedenen Richtungen verlaufen und sich nicht leicht systematisieren lassen, sehen wir bei *Cynocephalus babuin* eine allmähliche Entwicklung des tibialen Aponeurosenstranges, wobei die Abstufungen leicht vergleichbar und voneinander ableitbar bleiben.

Papio maimon Erxl.

Untersuchungsmaterial: zwei Plantae.

Diese letzte Species des Genus *Papio*, die ich untersucht habe, läßt sich ebenfalls leicht in die allgemeine Entwicklungsreihe einfügen.

Prinzipiell unterscheidet sich die Aponeurose recht wenig von der höchsten Stufe des *Cynocephalus babuin*.

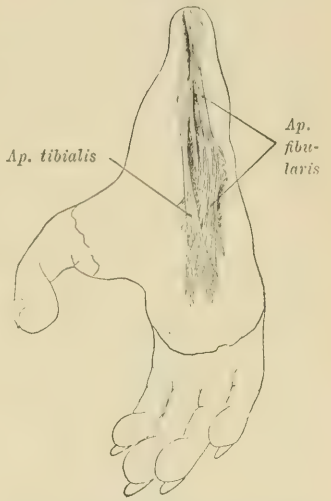
Wir sehen ebenfalls einen deutlich abgegrenzten fibularen Aponeurosenstrang, der sich an der Tub. met. V ansetzt und dann weiter distalwärts bogenförmig verläuft. Dieser Teil gibt ein Bündel zur V. Zehe ab, breitet sich dann aus, wird aber von dem tibialen Teil bedeckt. Ein kleiner Teil der Fasern, das sei schon hier erwähnt, kommt medial unter dem tibialen Strang hervor, als ob er zur ersten Zehe verlaufen sollte, endigt aber vorher (Fig. 38).

Im oberen Teil der Tarsalregion sehen wir eine Zweiteilung der Aponeurose. Das kleinere Bündel verläuft distalwärts, teilt

sich dann aber noch einmal. Nur ein Teil verläuft zum tibialen Aponeurosenstrang, der von medialen Fasern, die vom Calcaneus ausstrahlen, verstärkt wird. Der andre Teil der zweiten Teilung begibt sich zu dem Gebiete zwischen den beiden aponeurotischen Strängen, löst sich auf und füllt sozusagen einigermaßen diese Lücke aus. Der tibiale Strang ist aus diesen Gründen etwas schwächer ausgebildet, überbrückt jedoch deutlich das Endgebiet des fibularen Teiles und verstärkt die Bündel zur IV. und III. Zehe.

Merkwürdigerweise fand ich beim zweiten Individuum eine starke Reduktion der tibialen Aponeurose, was ich als einen Rückschlag deuten muß. Leider konnte ich aus Mangel an weiteren Individuen dieser Species nicht feststellen, wie oft diese Variation vorkommt.

Fig. 38.



Papio maimon Erxl. Einige Fasern der Ap. fibularis und intermedialis verlaufen unter dem tibialen Strang. 1/2.

Genus Macacus.

Über dieses indische Genus sagt Forbes ('94, 3, II):

»Es sind sehr lebhafte Tiere, die aber dennoch auf dem Boden sowohl wie auf den Bäumen nicht so gewandt sind, wie die Semnopitheciden.«

Die starke Entwicklung der I. Zehe deutet eine verstärkte Greiffunktion an. Der M. plantaris scheint bei sämtlichen Macacen vorhanden zu sein.

Arthur Keith, der die Species *Macacus niger* ('94, S. 155) und einige andre untersucht hat, schreibt:

»In the Cynomorpha, as is well known, the plantar fascia is the direct continuation of the plantaris tendon. The tendon on the calcis lies in a synovial groove, but transverse ligamentous fibres bind it so strongly to the surrounding periostal tissue, that the plantaris muscle can exercise but little tensory power on the fascia.«

Auch ich habe den M. plantaris bei der Species *Macacus nemestrinus* untersucht. Er ist bei den Macacen überhaupt viel schmächtiger und schwächer ausgebildet, als beim Genus *Papio*. Was den

Muskel selbst anbetrifft, so ist er demjenigen von *Semnopithecus entellus* Fig. 73, S. 265) ähnlich. Er entspringt zusammen mit dem lateralen Kopf des Gastrocnemius, von dem er nicht ganz zu trennen ist. Seine Sehne verfilzt sich am Calcaneus mit dem sie umgebenden Gewebe, genau so, wie es KEITH beschreibt, und geht dann in die Plantaraponeurose über.

A. KEITH erwähnt auch die Aponeurose der *Cynomorpha*, zu denen ja auch die Macacen gehören, gibt aber kein Bild für alle einzelnen Species oder Genera. Darum sehe ich mich genötigt, diese Beschreibung hier in dem allgemeinen Teil zu zitieren ('94, S. 155).

»As the fascia leaves the heel it divides itself into an internal spreading part and an external narrow ligamentous portion, which runs over the base of metatarsus V, to which, however, it firmly adheres. It then turns inwards, and joins the internal spreading portion. Its final insertion is similar to that in the human foot. If the plantar fascia be dissectet of together with the skin, there will be observed on its tarsal aspect a transverse band of fibrous tissue, radiating from the base of the fifth metatarsal bone towards the base oft the great toe.«

Die Kritik dieses Satzes verschiebe ich bis zur Zusammenfassung einer Betrachtung der Subfam. Cercopithecinae.

Die Befunde bei den Macacen beschreibe ich in folgender Reihenfolge:

Macacus arctoides,
- *sinicus*,
- *maurus*,
- *cynomolgus*,
- *nemestrinus*,
- *rhesus*.

Macacus arctoides Js. Geoffr.

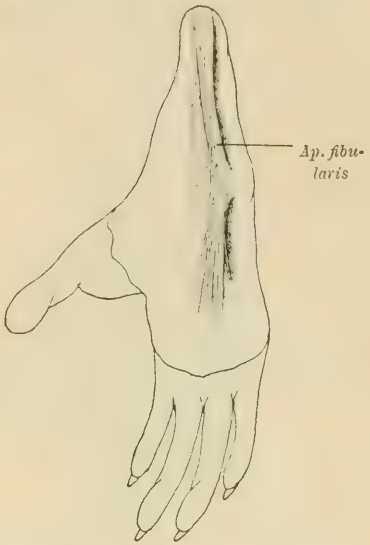
Untersuchungsmaterial: eine Planta.

Was die Aponeurosis plantaris der Species *Macacus arctoides* anbetrifft, so schließt sie sich vollständig an *Cynocephalus anubis* oder *Papio sphinx* an.

Von dem Tub. calcanei verläuft ein breiter, fester, lateral gut abgegrenzter Aponeurosenstrang, der, etwas bogenförmig umbiegend, die Tub. med. V berührt und dort inseriert. Von dieser Tuberositas verläuft die Aponeurose weiter distalwärts und wendet sich leicht

schräg in mediale Richtung. Der Endteil der Plantaraponeurose breitet sich etwas aus und bildet nur ganz kurze Bündel, die der IV. und III. Zehe entsprechen (Fig. 39). Zur V. Zehe verläuft nur ein winzig kleiner Zipfel.

Fig. 39.



Macacus arctoides Js. Geoffr. Aponeurose ähnlich der vom *Cynocephalus anubis*. Kein tibialer Strang. 2/3.

Der tibiale Teil der Aponeurose ist sehr schwach. Es ist nur ein Schimmer zu sehen, und die Faserung zeigt keine deutliche Gruppierung. Ich konnte leider nicht feststellen, ob dieses Verhalten typisch für die ganze Species ist.

Macacus sinicus Blyth.

Untersuchungsmaterial: vier Plantaraponeurosen.

Schon diese Form, obwohl sie doch als eine der niedrigsten in der Macacenreihe zu bezeichnen ist, weicht sehr vom *Macacus arctoides* ab.

Wir finden am Calcaneus eine sich ausbreitende Aponeurose, die dann oft stark gefasert (Fig. 40) und gewunden, als ein breiter, ziemlich einheitlicher Faserzug distalwärts zieht.

Lateral ist dieser Strang deutlich abgegrenzt und inseriert ebenfalls an der Tub. met. V.

Der tibiale Teil der Aponeurose bildet ein breites gut abgrenzbares Bündel, das sich im Endgebiet mit dem fibularen Teil verbindet (Fig. 40, 41). Zwischen diesen beiden Teilen sehen wir einige Fasern medial umbiegen und unter dem tibialen Strang so weit verlaufen, daß man sie bis in das Gebiet des Plantarballens der ersten Zehe verfolgen kann. Das Endgebiet der Aponeurose zeigt uns zwei kurze Bündel, die der IV. und III. Zehe entsprechen. Von der Tub. met. V strahlen bei sämtlichen von mir beobachteten Individuen Fasern aus, die sich auf die ganze Tarso-metatarsal-Region ausbreiten und die aponeurotischen Bündel durchflechten. Ein Teil dieser Fasern verstärkt das quere Bündel, das von dem tibialen Aponeurosenstrang überbrückt wird und das zur ersten Zehe hinzieht (Fig. 40—42). Die Strahlung kann verschieden stark sein.

Zwei von mir gefundene Variationen verdienen erwähnt zu werden. Fig. 41 zeigt, wie sich einige Fasern sammeln, um dann ein derbes festes Bündel für die V. Zehe zu bilden: Fasciculus convergens. Auf Fig. 42 sehen wir ein merkwürdiges Verhalten des tibialen Bündels der Aponeurose. Anstatt direkt distalwärts zu ver-

Fig. 40.

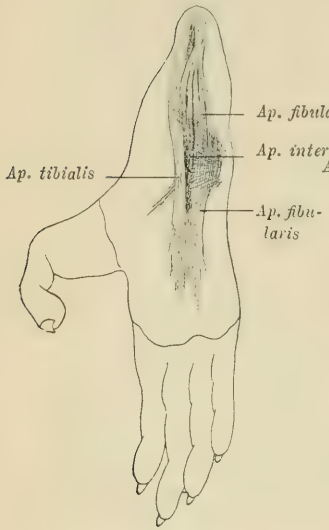


Fig. 41.

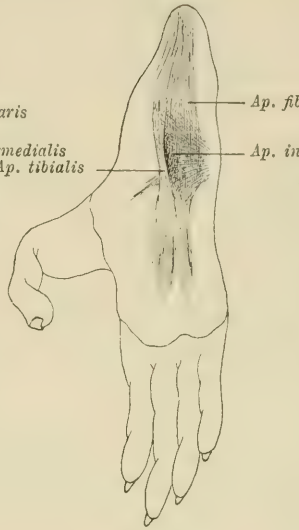


Fig. 42.

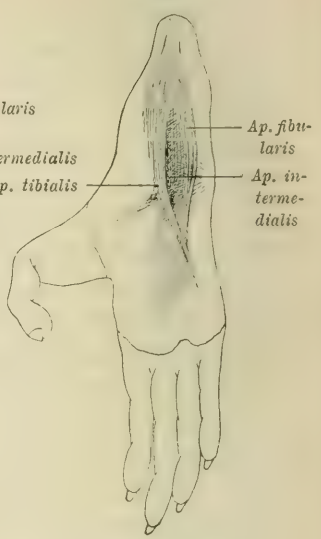


Fig. 40. *Macacus sinicus* Blyth. Die tibiale Aponeurose verläuft parallel der fibularen. 1/2.
Fig. 41. *Macacus sinicus* Blyth. 1/2.
Fig. 42. *Macacus sinicus* Blyth. Der tibiale Strang verläuft quer über das fibulare Endgebiet. 1/2.

laufen und im Endgebiet auszustrahlen, schlägt ein Bündel distallaterale Richtung ein, verläuft quer über die ganze Endaponeurose und bildet ein Bündel, das sichtlich der V. Zehe entspricht.

Es sei noch erwähnt, daß man an der medialen Seite des Calcaneus eine Faserstrahlung beobachten kann. Diese stellt jedoch keine echte aponeurotische Faserung dar, sondern nur eine verstärkte Ursprungsfascie der Muskulatur.

Macacus maurus F. Cuv.

Untersuchungsmaterial: drei Plantae.

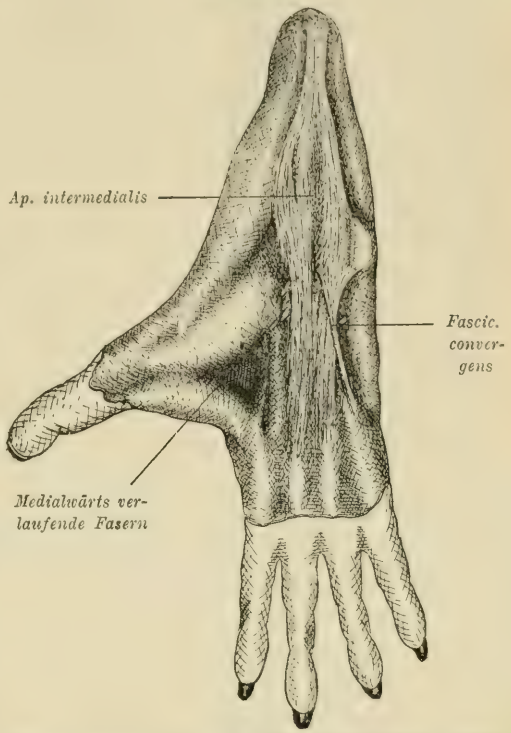
Die Aponeurose von *Macacus maurus* ist stark gefasert und bedeckt als breites einheitliches Gebilde den größeren Teil der Planta. Nur in einem Fall konnte ich eine gewisse Zweiteilung in der Tarsal-Region (Fig. 43) beobachten; sonst bildet die Aponeurose nur einen

breiten Strang, der in der Mitte etwas schwächer ist. Lateralwärts oberhalb und unterhalb der Insertion an der Tub. met. V ist die Aponeurose deutlich abgegrenzt.

Der fibulare Teil, der somit lateral deutlich, medial weniger gut begrenzbar ist, gibt einige Fasern ab, die, wie bei *Macacus sinicus*, medialwärts verlaufen und von dem tibialen Aponeurosenstrang überbrückt werden. Zu ihnen gesellen sich noch einige Fasern, von der Aponeurosis intermedialis herkommend.

Der tibiale Strang ist ziemlich deutlich, aber von variierender Stärke. Auf Fig. 43 sehen wir ihn zwar breit und gut entwickelt, er kann jedoch bis auf ein recht schmales, 2—3 mm breites Bündel reduziert werden. Im Endgebiet ist die Aponeurose faserig und bildet zwei Bündel, den Zehen III und IV entsprechend.

Fig. 43.



Macacus maurus F. Cuv. Deutlich treten der Fascic. convergens und die medialwärts verlaufenden Fasern hervor. Die letzteren werden vom tibialen Strang überbrückt. 2/3.

Was wir bei *Macacus sinicus* als seltene Variation erwähnt haben, tritt hier regelmäßig und in einem verstärkten Maße auf. In der Höhe der Tub. met. V sammeln sich die Fasern trichterförmig und bilden ein derbes, starkes Bündel, das zur V. Zehe verläuft.

Endlich sei erwähnt, daß die Strahlung von der Tub. met. V, wenn vorhanden, nur recht schwach entwickelt ist.

Macacus cynomolgus Anderson.

Untersuchungsmaterial: sechs Plantae.

Macacus cynomolgus ist eine Species, die, was ihre Aponeurosis plantaris anbetrifft, sich gut an die eben erwähnten Verhältnisse

Fig. 44.

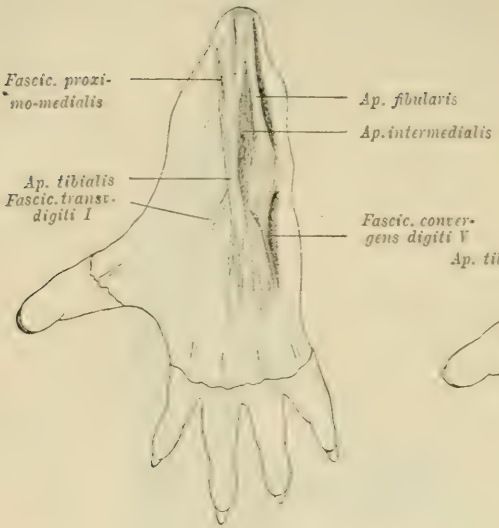


Fig. 45.

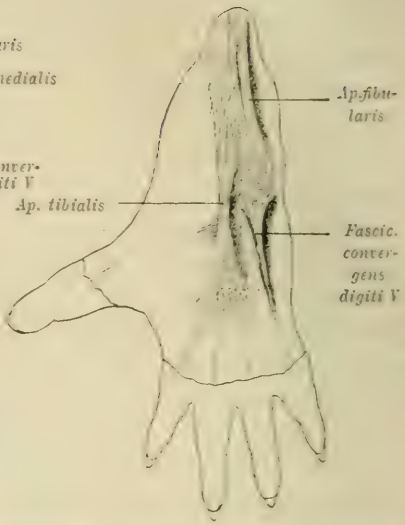
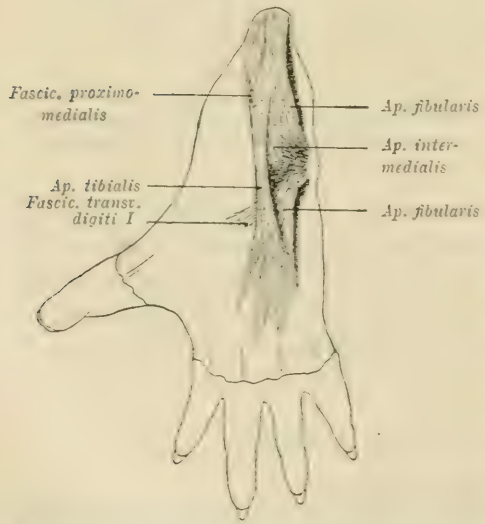


Fig. 44. *Macacus cynomolgus* Anderson. Tibiale Aponeurose nur schwach entwickelt. Fasciculus proximo-medialis, Fasciculus digiti I und Fasciculus convergens sind vorhanden. 1/2.
Fig. 45. *Macacus cynomolgus* Anderson. Etwas besser entwickelte tibiale Aponeurose. Fasciculus convergens digiti V ist sehr stark, Fasciculus proximo-medialis und Fasciculus digiti I sind nur schwach ausgebildet. 1/2.

Fig. 46.



Macacus cynomolgus Anderson. Fasciculus convergens digiti V fehlt. Sonst das gleiche wie Fig. 45. 1/2.

anschließt. Fig. 45 zeigt prinzipiell wenig Unterschiede von der Plantaraponeurose des *Macacus maurus*. Wenn wir noch die andern untersuchten Individuen in Betracht ziehen, so läßt sich das Typische für *Macacus cynomolgus* folgendermaßen darstellen:

Die Aponeurose ist im allgemeinen recht schwach entwickelt. In der oberen Tarsalregion zweigt sich ihr Hauptstrang in einen lateralen stärkeren und medialen schwächeren Teil ab. Der laterale Strang der Apo-

neurose ist seitlich gut abgegrenzt, inseriert an der Tub. met. V und verläuft dann zum Endgebiete. Von der Tub. met. V strahlen die Fasern entweder fächerartig aus und verbreitern sich bedeutend (Fig. 45, 46) oder verlaufen direkt abwärts (Fig. 44).

Im ersten Fall verläuft die Linie der medialen Abgrenzung des fibularen Stranges nicht mehr leicht bogenförmig, sondern stark gekrümmt und wird etwa um 90° gebogen. Der tibiale Strang ist fast regelmäßig (Fig. 45) gut ausgebildet; er fehlte nur bei einem recht schwachen Individuum. Er wird durch einen Seitenzweig gebildet und noch durch ein sonderbares, aus der medial-proximalen Richtung kommendes Bündel verstärkt. Dieses Gebilde konnten wir schon bei *Cynocephalus babuin* (Fig. 34, 35 S. 230) beobachten. Nur pflegt es hier bedeutend besser entwickelt zu sein und sich auch weiter proximal auszudehnen, wie Fig. 44 zeigt. Dieses proximale Tarsalbündel überbrückt einigermaßen die isolierten Fasern der verstärkten Ursprungsfascie der Muskulatur. Es variiert stark. Am stärksten zeigt es sich auf Fig. 44, es kann aber fast vollständig reduziert sein (Fig. 45) oder ganz fehlen, was ich in zwei Fällen bei den schwächsten Aponeurosen konstatiert habe.

Der so gebildete tibiale Strang wird in seinem weiteren Verlauf schmäler, aber einheitlicher, überbrückt den Strang der Zehe I und verläuft dann zum Endgebiet der Aponeurose (Fig. 44). Er strahlt, den fibularen Teil bedeckend (Fig. 45, 46), mehr oder weniger weit aus. Wir sehen hier also ein Gebilde entstehen, das ganz an die Befunde bei dem Genus *Papio* erinnert. Auch bei der Species *Cynocephalus babuin* sehen wir den tibialen Strang allmählich überhandnehmen. Die Länge des deutlichen tibialen Stranges kann recht verschieden sein. Dies ist auch direkt aus dem Vergleich der Figur 46 und 45 zu sehen. Im Endgebiet variieren die Verhältnisse wohl am meisten. Nachdem der fibulare und tibiale Teil sich bereits verbunden haben, fangen sie an, sich in Bündeln, den Zehen entsprechend, anzuordnen. Diese Bündel erreichen die Zehen nicht; sie kommen entweder in der Zweizahl, der III. und IV. Zehe entsprechend, vor (bei zwei Individuen Fig. 44) oder in der Dreizahl und verlaufen dann in der Richtung der IV., III. und II. Zehe (Fig. 45, 46). Die Stärke dieser Gebilde kann stark variieren.

Wir haben schon bei der Beschreibung der Aponeurose von *Cynocephalus maurus* auf das merkwürdige trichterförmige Verhalten des Bündels (Fasciculus convergens) für die fünfte Zehe aufmerksam gemacht. Dieses Gebilde kommt bei *Macacus cynomolgus* ebenfalls

recht häufig vor. Es fehlte bei zwei Individuen vollständig (Fig. 46); in einem Fall war es schwach entwickelt, sonst aber stark und deutlich. Kurz gesagt, es kommt etwa in mehr als der Hälfte der Fälle vor.

Ich kann diese Darstellung nicht abschließen, ohne noch einmal auf das quere, vom tibialen Strang überbrückte, Bündel zurückzukommen. Es entsteht, wie gesagt, aus Fasern, die entweder vom fibularen Strang oder aus der medialen Partie, der Apon. intermedialis, herkommen. Das Bündel wird breit, aber nicht besonders stark, verläuft auch nicht weit und verbindet sich nicht mit dem Panniculus adiposus, sondern direkt mit der Haut des Ballens. Dieses Bündel scheint aber außerordentlich selten und nur bei recht schwachen Individuen zu fehlen.

Macacus nemestrinus F. Cuv.

Untersuchungsmaterial: sechs Plantae.

Da ich mich schon bei *Macacus cynomolgus* etwas länger aufgehalten habe, und da die Species *Macacus nemestrinus* uns nicht viel Neues bietet, so kann ich mich hier kurz fassen.

Die Aponeurose als Ganzes ist stärker und deutlicher. Der fibulare Strang ist deutlich und gut begrenzt. Ein Teil seiner Fasern in Verbindung mit denjenigen, die von der Apon. intermedialis herkommen, kann das quere Bündel zur ersten Zehe bilden. Dieses Bündel tritt immer sehr deutlich hervor, ist stark und kann eine ziemliche Länge erreichen. Bei drei Individuen fand ich diese Verhältnisse, wie sie Fig. 47 aufweist.

Der tibiale Strang ist ebenfalls deutlich; er fehlte bei einem Individuum. Seine Stärke und Breite kann ziemlich variieren; während wir ihn auf Fig. 47 nur schmal und kurz sehen, ist er auf Fig. 48 und 49 bedeutend breiter und mächtiger. In seinem Endgebiet breitet er sich aus und verläuft über den fibularen Fasern, wie wir es schon bei *Papio* und *Macacus cynomolgus* erwähnt haben. Dieses Verhältnis ist aber nicht konstant (vgl. die Fig. 44, 47 und 48).

Bei zwei Individuen fand ich auch den medial-proximalen Strang (Fig. 49), der jedoch etwas schwächer entwickelt ist als bei *Macacus cynomolgus*. Der trichterförmige Zipfel zur Zehe V war bei vier Individuen zu sehen, aber nur einmal recht stark und deutlich (Fig. 47), sonst schwächer entwickelt (Fig. 48). Bei zwei Affen dieser Species fehlte er vollständig (Fig. 49). Das Endgebiet teilt sich in kurze Bündel, die der III. und IV. Zehe entsprechen. Die

Fig. 47.

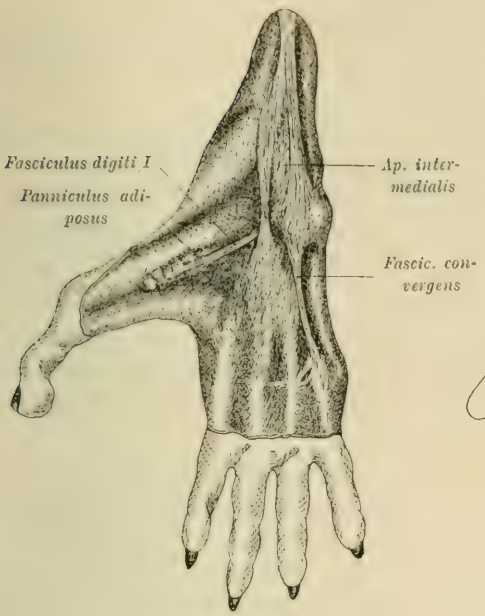
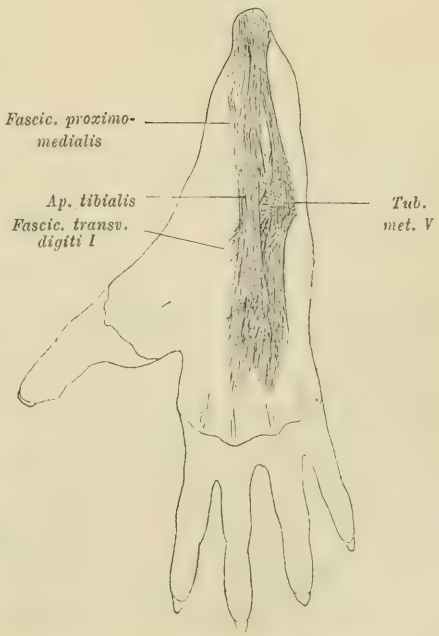


Fig. 48.

Fig. 49.



Figurenerklärung.

Fig. 47. *Macacus nemestrinus* F. Cuv. Fascic. dig. I schmal, aber stark und von der Ap. intermedialis gebildet. Ap. tibialis schwach. 1/2.

Fig. 48. *Macacus nemestrinus* F. Cuv. Ap. tibialis stärker, Fascic. dig. I schwächer entwickelt. 1/2.

Fig. 49. *Macacus nemestrinus* F. Cuv. Fascic. proximo-medialis vorhanden. 1/2.

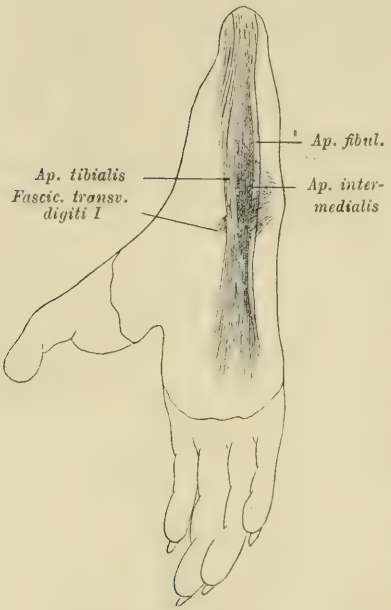
Strahlung an der Tub. met. V, von der KEITH sagt, daß sie regelmäßig bei allen Cynomorphen vorhanden sei ('94, 155), habe ich bei *Macacus nemestrinus* nur einmal in recht schwachem Grade entwickelt gefunden. Die Fasern dieser Strahlung können das quere Bündel verstärken.

Macacus rhesus Desm.

Untersuchungsmaterial: drei Individuen.

Diese Species schließt am meisten an die höchste Form des Genus *Papio*, *Papio maimon* an.

Fig. 50.



Macacus rhesus Desm. 1/2.

Die Aponeurose ist stark, aber schmal (Fig. 50).

Das fibulare Bündel ist deutlich abgegrenzt, verläuft aber fast ungebogen distalwärts, in einem Fall direkt das Bündel zur Zehe V bildend (Fig. 50). Bei andern Individuen strahlt der fibulare Teil im Endgebiete etwas medialwärts aus.

Die medialen Fasern sammeln sich zu einem tibialen Strang, der das ganze Endgebiet überkreuzt und so in der Metatarsalregion dominierend wird. Dies kommt aber durchaus nicht regelmäßig vor.

Von der Tub. met. V aus sehen wir eine ziemlich deutliche Strahlung, von der ein Teil mit noch andern medialen Fasern das quere Bündel bildet, das vom tibialen Strang überbrückt wird. Das quere Bündel scheint hier etwas schwächer entwickelt zu sein.

Genus Cercocebus.

Diese kleine Affengruppe, die sehr nahe den Macacen steht, bewohnt ein weit von Indien entferntes Gebiet in Westafrika. Die Lebensweise der Cercoceben ist die gleiche, wie die der Macacen; es sind auf den Bäumen lebende Tiere, die auch gelegentlich auf den Boden heruntersteigen, um nach gefallenen Früchten zu suchen.

Der M. plantaris ist ganz dem der Macacen ähnlich gebaut, und seine Sehne geht in die Plantarfascie über. Am Calcaneus verläuft die Sehne etwas mehr medial, ist aber so verfilzt mit den andern Geweben, daß der Muskel keinen großen Einfluß auf die Aponeurose ausüben kann. Den Satz von Keith ('94, S. 155, S. 233)

kann man also auch auf *Cercocebus* anwenden. Von diesem Genus habe ich nur eine einzige Species *Cercocebus fulginosus* untersuchen können.

Cercocebus fulginosus Geoffr.

Untersuchungsmaterial: drei Plantae.

Das von mir untersuchte Material lehrt, wie sehr bei einer einzelnen Species Stärke und Form der Aponeurosis plantaris variieren können.

Fig. 51.

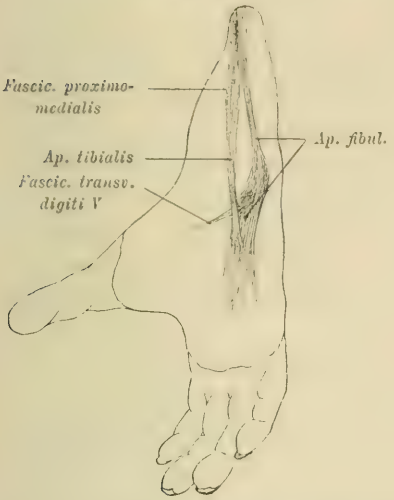


Fig. 52.

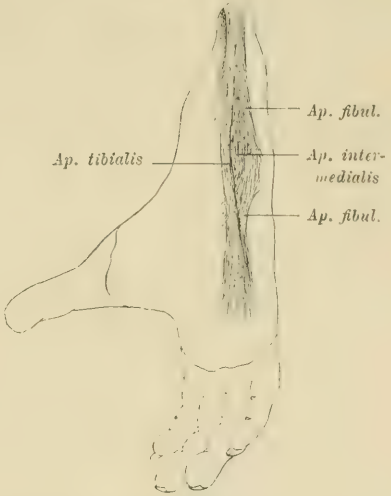


Fig. 51. *Cercocebus fulginosus* Geoffr. Sehr schwache Aponeurose. Beide Hauptstränge sind recht schmal. Fascic. transv. digiti I schwach, aber lang. 1/2.

Fig. 52. *Cercocebus fulginosus* Geoffr. Bedeutend stärkere Entwicklung der Aponeurose (vgl. Fig. 51). 1/2.

In Fig. 51 und 52 sind die beiden Extreme dargestellt. Die Differenz ist weniger eine qualitative als eine quantitative. Vom Calcaneus verläuft die auffallend starke Endsehne des M. plantaris weit distalwärts, um sich dann in der oberen Hälfte der Tarsalregion zu teilen.

Der fibulare Strang, lateral stets gut begrenzt, verläuft zur Tub. met. V, um von dort an umzubiegen und sich schräg über die Metatarsalregion auszubreiten. Die Stärke dieses Stranges ist variabel. Während Fig. 52 uns ein mächtiges tarsal-fibulares Bündel zur Darstellung bringt, ist dasselbe Gebilde auf Fig. 47 nur recht schwach entwickelt. Das Endgebiet dieser Aponeurose ist breit, aber nur an der Tub. met. V derb und glänzend, sonst sehr schwach.

Der tibiale Strang, der von der Zweiteilung gebildet und durch sporadische, mediale Fasern verstärkt wird, verläuft leicht bogenförmig zum Metatarsus. Auch hier sehen wir eine verschieden starke Entwicklung. Der Hauptunterschied macht sich jedoch im Endgebiet dieses Stranges geltend. Bei der allgemein schwachen Aponeurose der Fig. 51 sehen wir zwar die tibialen Fasern allmählich über die fibularen herüberrücken, doch gelangen sie nicht besonders weit distalwärts. Das zweite Individuum zeigt eine sehr starke Entwicklung des metatarsalen Teiles der tibialen Aponeurose. Die tibialen Fasern nehmen hier stark überhand und bedecken den größeren Teil der Fasern fibularer Herkunft.

Im Endgebiet teilt sich die Aponeurose in drei kurze Bündel, die den Zehen V, IV, III entsprechen. Das Bündel der fünften Zehe ist das schwächste, aber zugleich das längste. Das quere Bündel zur Zehe I fand ich ebenfalls verschieden stark entwickelt. Es war schmal, aber stark, deutlich vom tibialen Strang überbrückt und erreichte eine Länge von 3—4 cm in dem auf Fig. 51 dargestellten Fall. Sonst war es weniger deutlich und auch bedeutend kürzer. Die Entstehung und Herkunft dieses Bündels ist ganz die gleiche wie bei den Macacen.

In einem Fall fand ich auch das medial-proximale Bündel, aber in recht schwacher Ausbildung (Fig. 51).

Was das ganze Genus *Cercocebus* anbetrifft, so schließt es sich an die Gattungen *Papio* und *Macacus* an. Es vereinigt sozusagen die Eigentümlichkeiten der beiden Genera, so das Vorhandensein des queren Bündels (Fig. 51) und die Endausbreitung des tibialen Stranges (Fig. 52).

Genus Cercopithecus.

Forbes schreibt über die Lebensweise dieses Genus ('94, S. 42, II. Bd.):

»Als typische Baumtiere leben sie in großen Massen ausschließlich in Waldregionen. Sie sind imstande, mit großer Geschwindigkeit sich von Baum zu Baum zu schwingen und können auf vertikalen Flächen mit einer überraschenden Geschwindigkeit klettern. Ihre Bewegungen sind energisch und rapid.«

Charakteristisch ist auch die Angabe über *Cercopithecus sabaeus* von Dr. Blanford, die Forbes ('94, S. 57 II) zitiert:

». . . their habits . . . appeared to differ but little from those of Macacus or Innus, except that Cercopithecus is a quieter animal and less mischievous . . .«.

Der M. plantaris, den ich bei *Cercopithecus callitrichus* untersuchen konnte, ist sehr schlank gebaut; der Muskel selbst geht nicht im oberen Drittel des Unterschenkels in die Sehne über, wie wir das bei *Macacus* und *Papio* gesehen haben, sondern verläuft mehr distalwärts, und seine Sehne entspringt erst in der unteren Unterschenkelhälfte vom Muskelbauch. Am Tuber calcanei ist die Sehne des M. plantaris nicht mehr so fest angesetzt, aber immerhin kann man sie auch nicht frei nennen. Bei *Cercopithecus sabaeus* ist der Plantarismuskel ähnlich angeordnet wie bei den Macacen. Er scheint nur etwas mehr abgeplattet zu sein. Sonst ist er ein schwacher, platter, etwas spindelförmiger Muskel mit einer langen Sehne, die am Calcaneus nicht vollständig inseriert.

Nach diesen wenigen Bemerkungen will ich zur Darstellung der Aponeurosis plantaris übergehen, wobei ich mich an folgende Reihenfolge halten will:

Cercopithecus patas
- *pygerythrus*
- *sabaeus*
- *callitrichus.*

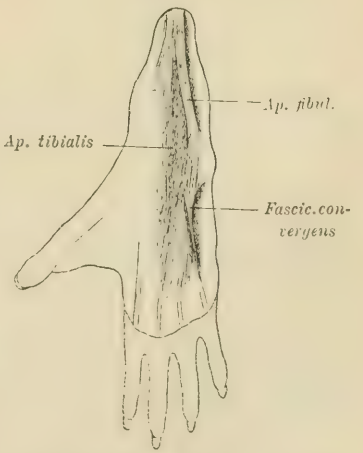
Cercopithecus patas Erxl.

Untersuchungsmaterial: vier Plantae.

Die Aponeurosis plantaris kann bei dieser Species in recht verschiedener Weise entwickelt sein.

Typus 1. Als Ausgangspunkt für unsere Betrachtung möchte ich die schwächste Aponeurose (Fig. 53) wählen. Wir finden ein ziemlich einheitliches aponeurotisches Blatt, das durch Ausstrahlung der Fasern unweit des Calcaneus entsteht. Nur der fibulare Teil erscheint bei diesem Individuum stärker entwickelt und besser abgegrenzt. Lateralwärts erscheint die Aponeurose mehr fascienartig und bildet keinen deutlichen Strang. Ich muß noch erwähnen, daß am metatarsalen Teil das trichterförmige Bündel zur Zehe V zu sehen

Fig. 53.



Cercopithecus patas Erxl. Kein deutlicher tibialer Strang. Fascic. convergenz dig. V wohlentwickelt. 1/2.

ist (Fig. 53). Bei einem andern Individuum fand ich den fibularen Teil noch stärker, kein deutliches Bündel zur Zehe V, jedoch sonst das gleiche Verhalten. Dies waren aber juvenile und schwache Individuen.

Typus 2. Bei zwei andern Tieren fand ich merkliche Unterschiede. So sah ich zunächst einen ziemlich gut abgegrenzten fibularen Strang, der in einem Fall nicht an die Tub. met. V festgewachsen war (Fig. 55). Im Endgebiet zeigte dieser Strang ein stark divergierendes Verhalten. Einmal bildete er einen starken Zug zur fünften Zehe (Fig. 54), während der andre Teil schräg medialwärts

Fig. 54.

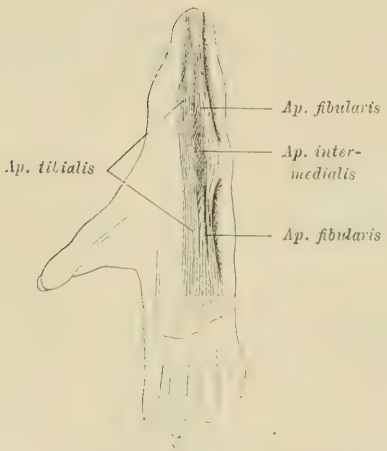


Fig. 55.

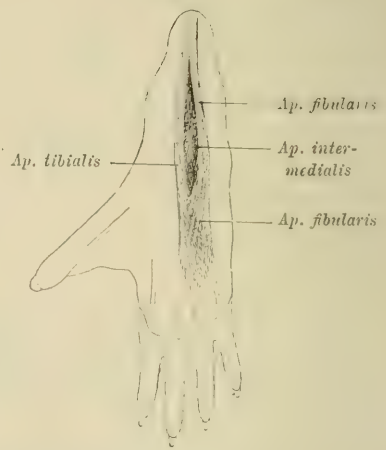


Fig. 54. *Cercopithecus patas* Erxl. Ap. tibialis ist deutlich zu sehen. 1/2.
Fig. 55. *Cercopithecus patas* Erxl. Ap. fibularis gelangt im Endgebiet ausnahmsweise über die Ap. tibialis. 1/2.

verlief, um dann von den medialen Fasern verdeckt zu werden. Im andern Falle (Fig. 55) breiteten sich die Fasern fächerartig aus und strahlten über das Ende des tibialen Stranges hinaus. Der tibiale Strang tritt mehr oder weniger deutlich hervor und wird im Endgebiet, wie aus dem obigen schon verständlich wird, einmal dominierend (Fig. 54), das andre Mal überbrückt und von dem fibularen bedeckt (Fig. 55).

Je deutlicher die beiden Stränge auftreten, desto mehr verschwinden die medialen aponeurotischen Fasern zwischen den beiden Teilen.

Das Endgebiet der Aponeurose wird bei *Cercopithecus callitrichus* nicht in Bündeln angeordnet, sondern verliert sich allmählich als fascienartiges Blatt.

Cercopithecus pygerythrus F. Cuv.

Untersuchungsmaterial: drei Plantae.

Die Form *Cercopithecus pygerythrus* paßt gut zwischen die beiden Typen der vorher erwähnten Species hinein; denn man kann bei ihr die allmähliche Entwicklung des tibialen Stranges gut übersehen.

Der fibulare Strang bietet wenig Interessantes; er ist deutlich, gut abgegrenzt, inseriert an der Tub. met. V und verläuft dann zum Endgebiet.

Fig. 56.

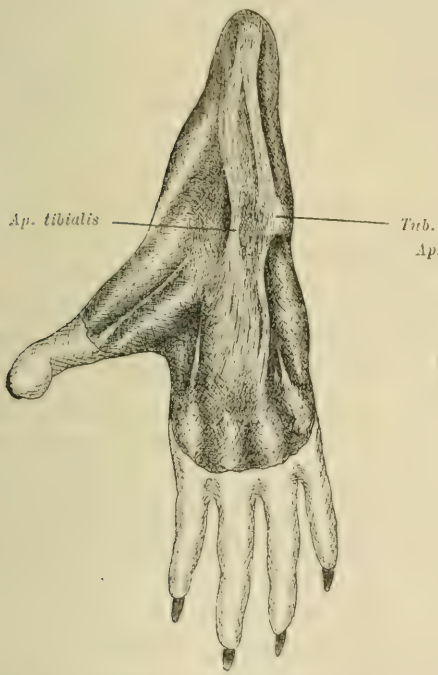


Fig. 57.

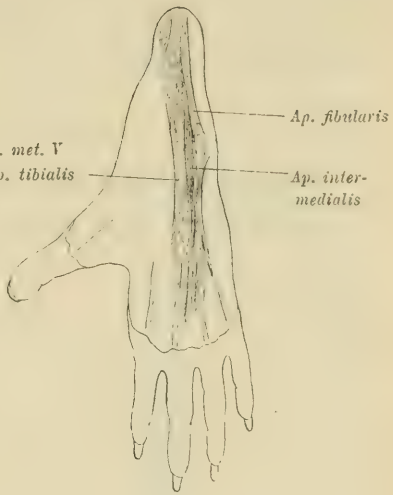


Fig. 56. *Cercopithecus pygerythrus* F. Cuv. Diese Figur zeigt uns deutlich den Übergang der medialen Faserung in einen tibialen Strang. 2/3.
Fig. 57. *Cercopithecus pygerythrus* F. Cuv. 1/2.

Der tibiale Strang entsteht sichtlich aus Fasern, die von der Zweiteilung der Plantarissehne medialwärts verlaufen. Der Strang selbst kann verschieden stark sein. Oft ist er nur sehr undeutlich, sozusagen in den ersten Stadien seiner Entwicklung (Fig. 56), dann aber auch stärker, bis er ganz deutlich wird und sich auch in die Länge entwickelt (Fig. 57). Im Endgebiet ist er noch nicht dominierend. Die Fasern des tibialen Stranges verlaufen parallel den-

jenigen fibularer Herkunft und bilden so gemeinsam die Endaponeurose. Deutliche Bündel, den Zehen entsprechend, sind nicht zu sehen. In zwei Fällen konnte ich einige Fasern zur fünften Zehe verfolgen, in einem andern Falle fehlten sie gänzlich, und die Grenze der Aponeurose verlief etwas bogenförmig zur Gelenkkapsel der Zehe IV. Im medialen tarso-metatarsalen Gebiet, zwischen dem tibialen und fibularen Strang, sind keine aponeurotischen Fasern zu sehen. In einem Falle fand ich aber weniger deutliche Abgrenzungen, wobei das mediale Zwischengebiet auch mit schwacher, fascienartiger Aponeurose bedeckt war. Ich muß auch erwähnen, daß ich bei einem Individuum von *Cercopithecus pygerythrus* einen proximal-medialen Strang gefunden habe (Fig. 56), obwohl nicht so deutlich wie z. B. bei den Macacen.

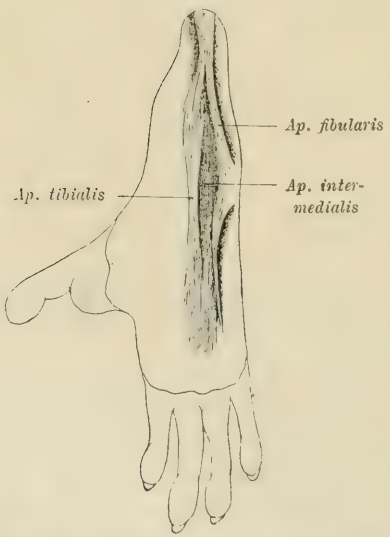
Im ganzen ist die Aponeurose bei *Cercopithecus pygerythrus* also nicht stark entwickelt.

Cercopithecus sabaeus Geoffr.

Untersuchungsmaterial: vier Plantae.

Cercopithecus sabaeus bildet, soweit ich nach meinen Untersuchungen schließen kann, eine sehr konstante Gruppe.

Fig. 58.



Cercopithecus sabaeus Geoffr. Typisches Hervortreten der Aponeurosis intermedialis. 1/2.

Die Aponeurose teilt sich deutlich im oberen Tarsalteil, wodurch zwei Stränge entstehen. Der fibulare ist deutlicher, kompakter und stärker, aber schmäler. Der tibiale Teil divergiert erst, sammelt sich dann aber wieder zu einem deutlichen Strang. Zwischen diesen beiden Bündeln verlaufen ebenfalls Fasern und bilden den medialen schwächeren Teil der Aponeurose (Fig. 58).

Im Endgebiet verlaufen die Fasern beider Stränge parallel. Lateralwärts entsteht ein starker oberflächlicher Strang, der zur fünften Zehe zieht. In der Tiefe des medialen Aponeurosenteiles

ist eine Strahlung von der Tub. met. V aus zu sehen. Diese Strahlung kann bei *Cercopithecus sabaeus* verschieden stark sein.

Bei einem einzigen Individuum war ein schmaler proximal-medialer Strang vorhanden.

Cercopithecus callitrichus Js. Geoffr.

Untersuchungsmaterial: vier Plantae.

Diese Species zeigt uns wieder die gleichen Befunde, die wir bei den höheren Formen der Genus *Papio* und Genus *Macacus* beobachten konnten.

Der fibulare Strang ist deutlich abgegrenzt, verläuft zur Tub. met. V, um von dort aus medialwärts sich auszubreiten und umzubiegen. Die laterale Grenze des fibularen Stranges verläuft auch im metatarsalen Teil parallel zur Fußgrenze, während die inneren Fasern stark umbiegen, so daß sie unter dem tibialen Bündel verlaufen und an seiner medialen Grenze wieder hervortreten. Sie bilden manchmal auch gut abgrenzbare, längere Bündel zur ersten Zehe (Fig. 61); öfters endigen sie jedoch kurz nach ihrem Austritt.

Der tibiale Strang wird teilweise von den medialen Fasern der Endaponeurose des M. plantaris gebildet; oft treten bei ihm auch seitliche Fasern der verstärkten Muskelfascie der medialen Fußseite auf.

Der tibiale Strang ist bei *Cercopithecus callitrichus* in der Regel breiter als der tarsale Teil des fibularen Stranges. Selbst wenn er ziemlich mächtig (Fig. 60 und 61) ist, gesellt sich ihm stets ein mehr oder weniger starkes proximo-mediales Bündel bei. Im Endgebiet verläuft der tibiale Strang etwas schräg lateralwärts und überbrückt die fibularen Fasern. Das Verhalten des Endteils der Aponeurose ist folgendes: Es löst sich stets an der Tub. met. V von dem fibularen Strang ein Bündel zur fünften Zehe ab. In einem Fall (Fig. 61) konnte ich beobachten, wie das betreffende Bündel etwa in der Mitte der Metatarsalregion medialwärts umbiegt, um sich dann mit den Fasern tibialer Herkunft zu vereinigen.

Die Endaponeurose zeigt aber im allgemeinen keine große Neigung zur Bündelbildung; nur in zwei Fällen konnte ich zwei kurze Zipfel, den Zehen III und IV entsprechend, beobachten. Sonst endigte die Aponeurose als einheitliches Blatt.

Bei einem schwachen juvenilen Individuum legte sich (Fig. 62) der tibiale Strang nicht über den fibularen, sondern war im Gegenteil sehr schwach und verfilzte sich mit dem oberflächlichen metatarsalen Teil des fibularen Stranges.

Fig. 59.

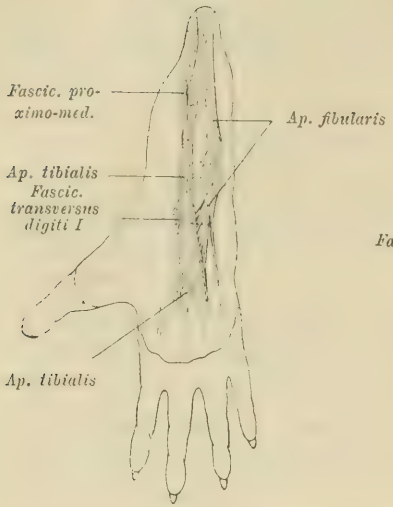


Fig. 60.

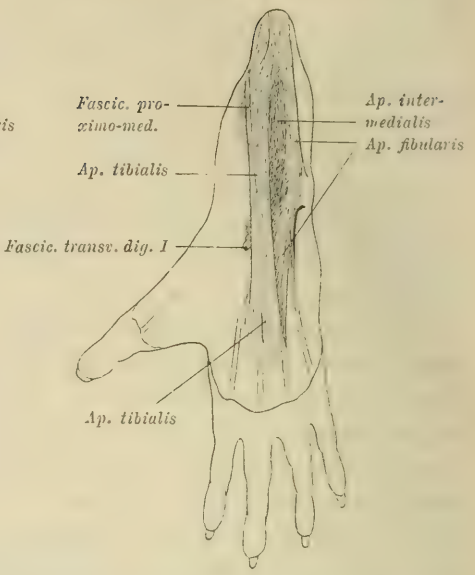


Fig. 59. *Cercopithecus callitrichus* Js. Geoffr. Tibiale Aponeurose dominierend. Fascic. proximo-medialis stark; Fascic. digiti I schwach. 1/2.

Fig. 60. *Cercopithecus callitrichus* Js. Geoffr. Im allgemeinen stärkere Aponeurose wie Fig. 59. 1/2.

Fig. 61.

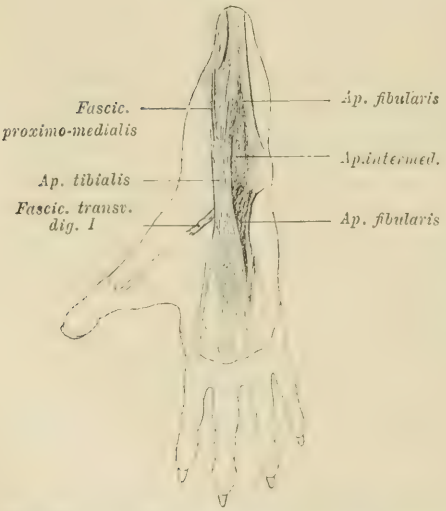


Fig. 62.

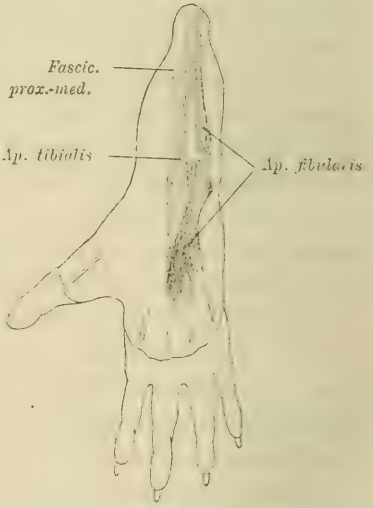


Fig. 61. *Cercopithecus callitrichus* Js. Geoffr. Stark gefaserte Aponeurose. Das Bündel zur Zehe I ist schmal und lang. 1/2.

Fig. 62. *Cercopithecus callitrichus* Js. Geoffr. Sehr schwache Aponeurose. Tibialer Strang kaum sichtbar. Fascic. transv. dig. I fehlt. Im Endgebiete dominiert die fibulare Aponeurose. 1/2.

Im allgemeinen, das sei noch erwähnt, zeigt die Species *Cercopithecus callitrichus* keine große Variation.

Zusammenfassung der Befunde bei der Subfam. der Cercopithecinae.

Die von mir untersuchten vier Genera dieser weitverbreiteten Gruppe: *Papio*, *Macacus*, *Cercocebus* und *Cercopithecus*, die eine Menge von Arten umfassen, konnte ich in der ziemlich beträchtlichen Anzahl von 65 Individuen der Untersuchung unterwerfen. Auch aus dem schon bei der Beschreibung der einzelnen Species Gesagten, sowie aus den kurzen Einleitungen zu jeder Gattung kann man leicht ersehen, daß die Entwicklung der Aponeurose bei den Cercopithecinen eine vielseitige, oft bei den einzelnen Gruppen parallel verlaufende und zu ähnlichen Resultaten führende ist.

Was den M. plantaris der Cercopithecinen anbelangt, so will ich hier nur wiederholen, daß die Aponeurosis plantaris stets mit ihm in Zusammenhang steht. Der Muskel ist auch immer wohl entwickelt und erfährt nur am Calcaneus Veränderungen. Seine sekundäre Insertion am Tuber calcanei zeigt die Tendenz des Muskels, sich von der Aponeurose loszutrennen und einen neuen Ansatzpunkt zu gewinnen. Die Aponeurosis plantaris bekommt dadurch eine gewisse Selbständigkeit und, da sie nicht mehr ausschließlich unter dem Einfluß des M. plantaris steht, ist ihr Gelegenheit gegeben, sich vielseitiger zu entwickeln. In der Zusammenfassung der Platyrrhinen habe ich erwähnt, daß diejenigen Formen, die die am besten entwickelten Aponeurosen besitzen, als Seitenzweige zu betrachten sind. Um also einen Ausgangspunkt zum Vergleich der Cercopithecinen zu gewinnen, müssen wir die höheren Lemuren oder auch niedrigere Platyrrhina wählen. Ich will nur die wichtigste Eigentümlichkeit im Vergleich zu den niederen Affen hervorheben:

1) eine stärkere Entwicklung der Aponeurose im allgemeinen,

2) eine weitergehende Unabhängigkeit der Aponeurose von dem M. plantaris.

3) feste Insertion des primären Stranges an der Tub. met. V.

Ferner können wir innerhalb der ganzen Subfam. die Entwicklung folgender Einzelheiten beobachten:

1) Stärkere Ausbildung des fibularen Stranges der Aponeurose, besonders aber dessen Ausbreitung im Endgebiet,

2) allmähliche Entstehung und Entwicklung des tibialen Stranges,

3) Zweiteilung der Aponeurose im oberen tarsalen Teil,

4) Bildung eines queren Stranges zur Zehe I,
5) Entstehung eines Fasciculus convergens zur fünften Zehe,
6) Auftreten eines proximal-medialen Bündels.

Alle die eben aufgezählten Einzelheiten kommen, wie wir sehen werden, nur selten bei einem und demselben Individuum vor. Wenn eins dieser Merkmale in ausgesprochener Weise vorkommt, so sind die andern gewöhnlich schon reduziert oder fehlen auch ganz. Das deutet wohl darauf hin, daß gewisse Merkmale Seitenzweige, nicht aber die allgemeine Entwicklungsreihe charakterisieren.

Ich will versuchen, für die einzelnen Merkmale möglichst geschlossene Reihen zusammenzustellen.

Ich beginne mit der Darstellung der Entwicklung des tibialen Stranges; da jedoch zwei andre Merkmale (stärkere Ausbildung des fibularen Stranges der Aponeurose [*1*] und eine gewisse Zweiteilung der Aponeurose im oberen tarsalen Teil [*2*]) diese Entwicklung begleiten, so können wir alle drei Merkmale zusammen betrachten.

Wenn wir die Species *Macacus arctoides* als Ausgangspunkt unsrer Betrachtung wählen, so muß ich erwähnen, daß diese Form trotz der auf den ersten Blick auffallenden Ähnlichkeit mit niederen Affen wie z. B. *Lemur varius* oder *Cebus fatuellus* doch in drei Punkten von denselben verschieden ist.

Diese sind:

1) Eine überhaupt stärkere Aponeurose,
2) feste Insertion des aponeurotischen Stranges an der Tub. met. V,
3) eine gewisse Unabhängigkeit der Aponeurose von dem M. plantaris.

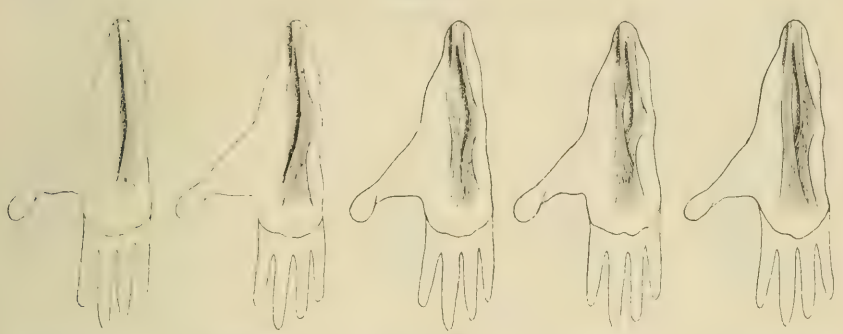
Wie wir sehen, besteht die allgemeine stärkere Entwicklung der Aponeurose nicht nur darin, daß der Strang der ganzen Länge nach breiter und fester gebaut ist, sondern daß er in seinem Endgebiet sich bedeutend ausbreitet. Das können wir noch in einem vorgerückteren Grade bei *Papio sphinx* und *Cynocephalus anubis* betrachten (Fig. 63). Auch scheint das einmal erreichte Stadium der Ausbreitung des fibularen Stranges ziemlich konstant zu bleiben. Es unterliegt nur in der lateralen Partie einer kleinen Reduktion, wo hauptsächlich der der fünften Zehe entsprechende Teil betroffen wird. Mit der Verstärkung des fibularen Stranges hängt die allmähliche Entwicklung des tibialen Teiles zusammen.

Schon bei Stadium II (Fig. 63) sehen wir an der medialen Fußseite eine leichte Strahlung, die hauptsächlich dadurch entsteht, daß

sich von der Endsehne des M. plantaris in der oberen tarsalen Region einige Fasern abtrennen und medialwärts ausstrahlen.

Diese Fasern können sich allmählich zu einem Strang gruppieren. Ein typisches Beispiel dieses Verhaltens zeigt *Cercopithecus pygerythrus*, aber auch andre Species, wie *Macacus maurus*, oft *Macacus cynomolgus* u. a. Der tibiale Strang nimmt mit der Zeit überhand, tritt über den fibularen und strahlt aus. Das Endstadium dieser Entwicklung ist eine deutliche oberflächliche Bedeckung des fibularen Endteils, welches Verhalten wir bei allen Genera der Cercopithecinen, freilich nur bei den höheren Formen, finden. Diese

Fig. 63.



Stadium I. (Ap. tib. fehlt.)	Stadium II. (Ap. tib.: nur Fasern.)	Stadium III. (Ap. tib. schwach.)	Stadium IV. (Ap. tib. deutlich.)	Stadium V. (Ap. tib. stark.)
Cynocephalus anubis	*Papio sphinx*	*Cercopithecus pygerythrus*	*Cynocephalus babuin*	*Macacus rhesus*
Macacus arctoides	*Cynocephalus anubis*	*Macacus cynomolgus*	*Macacus cynomolgus*	*Cercopithecus callitrichus*
			Macacus nemestrinus	*Cercocebus fulginosus*

Schematische Darstellung der Aponeurose bei den Cercopithecinen.
Diese Tabelle soll uns die fünf Stadien der Entwicklung der tibialen Aponeurose zeigen.

höchst entwickelte Form tritt jedoch bei keiner Species als allgemeine Regel auf.

Am besten entwickelt und im Endgebiet dominierend fand ich den tibialen Strang bei *Cynocephalus maimon*, *Macacus rhesus* und *Cercopithecus callitrichus*.

Mit der ständigen Entwicklung des tibialen Stranges tritt die Zweiteilung in dem oberen tarsalen Teil immer deutlicher auf. Diese drei Merkmale hängen teilweise voneinander ab. Wenn nämlich der fibulare Strang besser entwickelt ist, tritt das tibiale Bündel auf, das wieder die Zweiteilung in der Tarsalregion bedingt. Bei

allen höheren Species der sämtlichen Genera der Cercopitheciden treten diese drei Merkmale daher stets gemeinsam auf.

Eine schematische Reihe für die Entwicklung des queren Stranges zur Zehe I, der mit dem tibialen Strang zusammenhängt, gibt folgendes Bild (Fig. 64). Es kommt kein Bündel zur Zehe I vor, ohne vom tibialen Strang überbrückt zu werden. Umgekehrt kann ein tibialer Strang wohl entwickelt sein, ohne daß ein queres Bündel vorhanden zu sein braucht. Das ist jedoch nur selten der Fall (*Cercopithecus pygerythrus*, *Papio babuin*). In der schematischen Tafel (Fig. 63) habe ich mit Absicht das quere Bündel gänzlich weggelassen.

Ein Teil der Fasern vom fibularen Strang, zu dem sich noch Fasern der Apon. intermedialis gesellen, biegt in der Regio tarso-

Fig. 64. Fig. 65.

Fig. 64. Schema der Entwicklung des Fasciculus transversus digiti I bei den Cercopithecinen.
Wir sehen die Hauptstadien der Entwicklung des Fascic. transv. dig. I. An seiner Bildung beteiligt sich sowohl die Ap. fibularis wie auch die Ap. intermedialis.
Fig. 65. Schema der verschieden starken Entwicklung des Fasciculus convergens.

metatarsalis medialwärts um. Diese Fasern gelangen unter den tibialen Aponeurosenstrang und kommen an seinem medialen Rande wieder zum Vorschein. Das ist der Fasciculus transversus digiti I, der auch ausschließlich von Apon. intermedialis gebildet werden kann. Der so entstandene Fasciculus transversus digiti I bildet anfänglich noch kein deutliches Bündel und bleibt kurz, wobei er mit der Haut des Fußballens der ersten Zehe in Verbindung tritt. Dieses Bündel kann noch durch einen Teil der von der Tub. met. V ausstrahlenden Fasern mehr oder weniger verstärkt werden. Allmählich wird das quere Bündel der ersten Zehe immer länger, aber zugleich schmäler (Fig. 64). Dieser Prozeß bewirkt eine Verstärkung des

queren Stranges. Als Endstadium dieser Entwicklung ist ein langes, deutliches und festes, aber zugleich schmales Bündel anzusehen, wie es bei manchen *Macacus nemestrinus* (Fig. 47), *Cercocebus fuliginosus* und *Cercopithecus callitrichus* vorkommt, so ist nun das quere Bündel zur ersten Zehe fast bei allen höheren Species der Macacen, Cercocebiden und Cercopitheciden vorhanden; es fehlt fast vollständig bei dem Genus *Papio* (Ausnahme *Papio maimon* — schwach entwickeltes queres Bündel).

Ich gehe nun zu den weniger wichtigen Merkmalen, die auch nicht so sehr charakteristisch sind, über.

Der fünften Zehe entsprechend, verläuft vorwiegend bei einigen Macacen ein Bündel, das ich Fasciculus convergens nenne.

Etwas unterhalb der Tub. met. V sammeln sich die oberflächlichen Fasern des fibularen Stranges, sowie des medialen Teils der Aponeurose und bilden so ein recht starkes Bündel, das von hier zur fünften Zehe verläuft. Es wird ganz deutlich erst an der Stelle, an welcher die convergierenden Fasern zu einem schmalen Strang werden. Die Variation ist freilich eine große, wie man an den auf Fig. 65 dargestellten Stadien sehen kann.

Diese Bildung besteht ganz für sich und kommt nur bei einigen Gruppen der Subfam. der Cercopithecinae vor, dagegen scheint sie typisch für einige Macacen zu sein. Allerdings kommt sie nicht bei allen Individuen der niederen Species, wie z. B. *Macacus sinicus*, *Macacus arctoides* vor, fehlt etwa bei $^2/_5$ von *Macacus nemestrinus*, ist aber regelmäßig bei *Macacus cynomolgus* vorhanden.

Ich gehe nun zu dem letzten Merkmal über, das ich als das am wenigsten wichtige ansehe. Es handelt sich um das sogenannte proximo-mediale Bündel, das sich ebenfalls an der Bildung des tibialen Stranges beteiligt.

Es wäre richtiger zu sagen, daß die Fasern desselben als ein Teil des tibialen Stranges etwas medial und proximalwärts schräg verlaufen. Dabei kann es die verstärkte Muskelfascie, die vom Calcaneus ausstrahlt, überbrücken. Diese Bildung scheint vom tibialen Strang abhängig zu sein, wird aber keineswegs durch das Vorhandensein desselben bedingt. Sie kommt in verschiedener Stärke vor (Fig. 46, 49) und findet sich bei den höheren Species aller vier Genera vor. Das proximo-mediale Bündel tritt bei keiner einzigen Species als Regel auf, ist aber bei manchen sehr häufig mehr oder weniger stark entwickelt: so z. B. bei *Macacus cynomolgus* in 60 %, bei *Cercopithecus callitrichus* sogar in 80 %.

Noch seien einige Besonderheiten der Aponeurosenbildung erwähnt. *Papio hamadryas* zeigt z. B. (Fig. 31) in einigen Fällen eine recht eigentümliche Aponeurose, die jedoch ebenfalls erklärt werden kann.

Der in Fig. 33 dargestellte Fall weicht aber von der allgemeinen Entwicklungsreihe nicht mehr so stark ab. Wir finden da einen ausgesprochenen fibularen und einen den niederen Stadien der Entwicklung entsprechenden tibialen Strang. Es ist leicht zu verstehen, daß mit einer ausgesprochenen Gehfunktion die Aponeurose überhaupt stärker wird; die beiden Stränge verstärken sich also, bis sie das auf Fig. 31 dargestellte Stadium erreicht haben. Übrigens zeigen auch manche andre Species die Tendenz, eine einheitliche Aponeurose zu bilden, wie z. B. *Macacus sinicus*.

Dies wird wohl mit einer veränderten Funktion des ganzen Fußes oder mit einer mächtigeren Entwicklung des Panniculus adiposus zusammenhängen.

Um einen klaren Überblick über die Entwicklung der einzelnen Merkmale zu gewinnen, habe ich eine Tabelle zusammengesetzt, die, wie ich glaube, lehrreich ist.

	Der tibiale Strang. Aponeurosis tibialis sive media					Querer Strang zur Zehe I. Fasciculus transversus digiti I			Trichterförmiger Strang V. Zehe			Proximo-mediales Bündel. Fasciculus proximo-medialis			Bemerkungen
	fehlt	nur Fasern	schwach	deutlich	stark	fehlt	breit, ganz kurz	etwas länger	schmal u. lang	fehlt	schwach	stark	fehlt	schwach	stark	
Papio anubis	•					•				•			•			
	•					•				•			•			
	•					•				•			•			
sphinx		•				•				•			•			
		•				•				•			•			
		•				•				•			•			
		•				•				•			•			
hamadryas		•				•				•			•			4 andre untersuchte Individuen bilden eine Ausnahme
babuin			•			•				•			•			
				•		•				•			•			
				•		•				•					•	
					•	•				•				•		
					•	•				•			•			
					•	•				•			•			
maimon					•	•		•		•			•			
					•	•		•		•			•			
	3	5	1	2	5	14	2	—	—	16	—	—	14	1	1	

	Der tibiale Strang Aponeurosis tibialis sive media					Querer Strang zur Zehe I Fasciculus transversus digiti I				Trichterförmiger Strang V. Zehe			Proximo-medialesBündel Fasciculus proximo-medialis			Bemerkungen
	fehlt	nur Fasern	schwach	deutlich	stark	fehlt	breit, ganz kurz	etwas länger	schmal u. lang	fehlt	schwach	stark	fehlt	schwach	stark	
Cercopithecus patas		•				•					•		•			
		•				•						•	•			
				•		•						•	•			
pygerythrus				•		•				•			•			Dieses Individuum zeigt auch Abnormitäten im Endgebiet
			•			•				•			•	•		
				•		•				•			•			
sabaeus				•		•				•			•			
				•		•				•			•			
				•		•				•			•			
callitrichus				•		•				•			•	•		
		•				•				•			•			
				•		•				•			•		•	
					•		•			•			•		•	
					•		•			•			•		•	
					•				•	•			•		•	
	—	3	1	9	3	13	2	—	1	13	1	2	9	3	4	
Cercocebus fulginous				•					•	•			•			
				•					•	•				•		
					•			•		•					•	
	—	—	—	2	1	—	—	1	2	3	—	—	1	1	1	
Macacus arctoides	•					•				•			•			
sinicus			•						•	•			•			
			•						•		•		•			
				•					•	•			•			
				•					•	•			•			
maurus			•				•					•		•		
				•			•					•	•			
cynomolgus			•						•	•			•			
			•						•			•			•	
				•				•		•				•		
				•				•				•		•		
				•				•				•		•		
nemestrinus		•				•				•			•			
				•					•			•	•			
				•					•			•	•			
					•			•		•				•		
					•			•			•			•		
rhesus					•			•			•			•		
					•			•			•			•		
					•			•			•			•		
	1	1	5	9	6	2	2	10	8	8	6	8	15	6	1	

Aus dieser Tabelle können wir ersehen:

1) wie oft die einzelnen Merkmale individuell vorkommen,

2) inwiefern sie für die einzelnen Genera typisch sind und

3) wie die Merkmale miteinander in Beziehung stehen.

Die Häufigkeit der Merkmale habe ich in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt:

	Aponeurosis tibialis sive media					Fasciculus transversus digiti I				Fasciculus convergens				Fasciculus proximo-medialis				Individuenanzahl
	fehlt	nur Fasern	schwach	deutlich	stark	fehlt	kurz und breit	etwas länger	schmal u. lang	fehlt	schwach	stark		fehlt	schwach	stark		
Genus *Papio* . . .	18	31	6	12	31	88	12	.	.	100	.	.		88	6	6		16
- *Cercopithecus*	.	18	6	56	18	88	12	.	6	82	6	12		56	18	25		16
- *Cercocebus* . .	.	.	.	66	33	.	.	33	66	100	.	.		33	33	33		3
- *Macacus* . .	5	5	23	41	27	9	9	45	36	36	27	36		68	27	5		22
Zusammen . .	7%	16%	12%	40%	24%	51%	10%	20%	20%	70%	12%	18%		69%	20%	12%		zus. 57

Bei der Berechnung der Prozente habe ich nur runde Zahlen angenommen.

Die Zahlen reden für sich selbst, doch will ich die graphische Darstellung benutzen, um das typische Verhalten noch deutlicher hervorzuheben. Wir haben aus vorigem Kapitel gesehen, wie wichtig die Entwicklung des tibialen Stranges ist. In der Tabelle sowie in der schematischen Tafel (Fig. 63) habe ich fünf Stadien der Entwicklung unterschieden, und zwar:

Stadinm I. Aponeurosis tibialis fehlt.

Stadium II. Aponeurosis tibialis besteht nur aus einzelnen Fasern.

Stadium III. Aponeurosis tibialis ist schwach entwickelt.

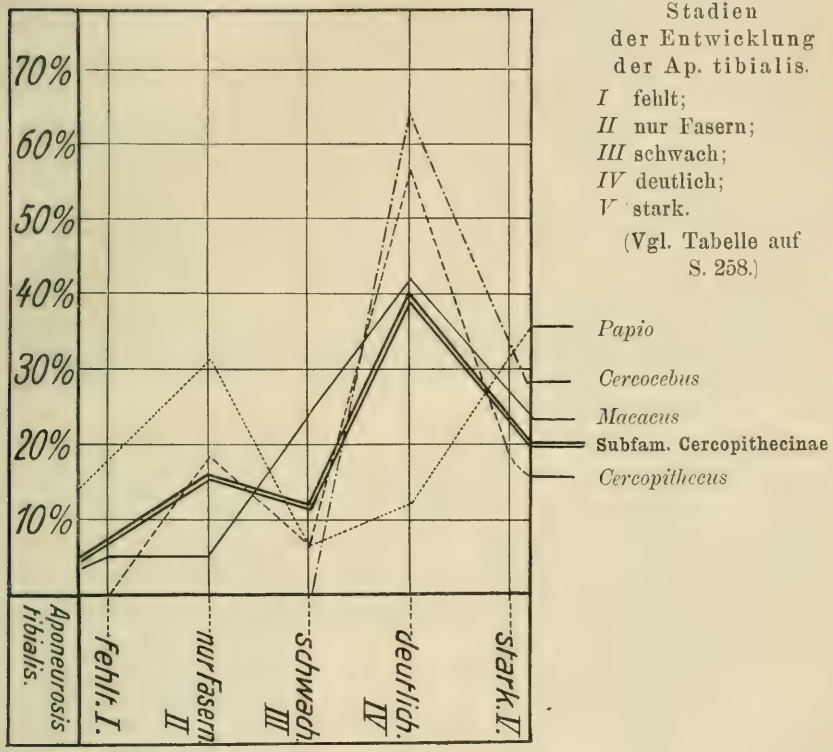
Stadium IV. Aponeurosis tibialis ist deutlich entwickelt.

Stadium V. Aponeurosis tibialis ist stark entwickelt.

Wenn wir nun auf einer Horizontalen die fünf Stadien angeben und dann auf den entsprechenden Vertikalen das prozentualische Verhalten andeuten und wenn wir dann weiter die

so gewonnenen Punkte mit einer Linie verbinden, so wird uns diese entstandene Kurve das typische Verhalten für jede Form darstellen. In der Fig. 66 habe ich Kurven für jedes Genus und dann eine gemeinsame für die Subfam. der Cercopithecinae eingetragen. Wir sehen gleich auf den ersten Blick, daß die Kurven trotz ihrer Ungleichheit in der Richtung von »fehlt« zu »stark« steigen. Die Mehrheit der

Fig. 66.



Graphische Darstellung der Entwicklung der Aponeurosis tibialis bei den Cercopithecinen.

..... Kurve für das Genus *Papio*.
——— Kurve für das Genus *Macacus*.
—·—·— Kurve für das Genus *Cercocebus*.
– – – – Kurve für das Genus *Cercopithecus*.
═══ Kurve für die ganze Subfam. Cercopithecinae.

Genuskurven zeigt zwei Kulminationspunkte. Der erste bei »nur Fasern« und der zweite bei »deutlich«. Eine Ausnahme bildet *Macacus*, der eine regelmäßige Steigerung zeigt. Den Zurückfall, dem dritten Stadium »schwach« entsprechend, kann man entweder durch eine ungenügende Anzahl der Individuen erklären oder durch den Umstand, daß der tibiale Strang entweder nur aus Fasern be-

steht oder gleich deutlich auftritt. Übrigens haftet eben allen diesen Berechnungen eine gewisse Willkürlichkeit an, die nicht zu umgehen ist.

Sehr prägnant ist das Verhalten der Kurven bei dem Stadium »deutlich«. Mit Ausnahme des Genus *Papio* steigen alle Linien stark in die Höhe, um sich dann wieder in der Richtung »stark« zu senken.

Ich betone ausdrücklich die wichtige Umwandlung der Aponeurose bei der Subfam. der Cercopithecinae; der tibiale Strang kommt hier zum erstenmal zum Vorschein, entwickelt sich verhältnismäßig stark und nimmt am Schluß noch überhand über den fibularen Teil.

Was den Fasciculus transversus dig. I anbetrifft, so zeigt uns die Tabelle auf S. 258, daß er in 51 % der Fälle fehlt. Er entsteht als ein breiter, aber schwacher Faserzug, der vom fibularen Bündel stammt und, unter dem fibularen Strang verlaufend, an seiner medialen Seite in der Tarso-metatarsal-Region zum Vorschein kommt. Anfänglich ist er, wie gesagt, nur ein breiter und kurzer Faserzug. Die Fasern gruppieren sich allmählich zu einem deutlichen Bündel (Fasciculus transversus), das schmäler und fester wird, je mehr es sich in die Länge ausdehnt.

Es ist am meisten charakteristisch für das Genus *Macacus*, wo es in 81 % der Fälle vorkommt. Man kann es jedoch als ein für die ganze Subfam. der Cercopithecinae charakteristisches Merkmal ansehen. Das trichterförmige Bündel, obwohl es auch nur selten vorkommt (30 %), ist für diese Gruppe insofern charakteristisch, als es meines Wissens sich nur bei den Genera *Cercopithecus* und *Macacus* findet.

Es frägt sich nun noch, ob alle diese Bildungen gleichzeitig vorkommen und inwiefern sie voneinander abhängig sind. Wenn wir die Fig. 67 neben Fig. 68 stellen, so sehen wir auf den ersten Blick den großen Unterschied. Fig. 67 zeigt noch keins der für die Subfam. der Cercopithecinae als charakteristisch bezeichneten Merkmale, während Fig. 68 sämtliche typische Merkmale aufweist. Zwischen diesen beiden Extremen finden wir eine ganze Reihe von Abstufungsformen mit zwei, drei usw. typischen Merkmalen. Eins ist sicher: sämtliche typischen Merkmale kommen in hoher Entwicklung nie zusammen vor. So zeigt uns Fig. 68 alle sechs für die Cercopithecinen typischen Merkmale (s. S. 251), aber nur eins von ihnen (Fasciculus proximo-medialis) ist stark ausgebildet.

Diese Gesetze betreffen auch die Formen, bei denen wir nur

Fig. 67.

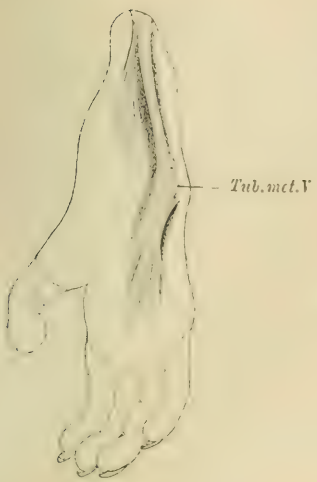


Fig. 68.

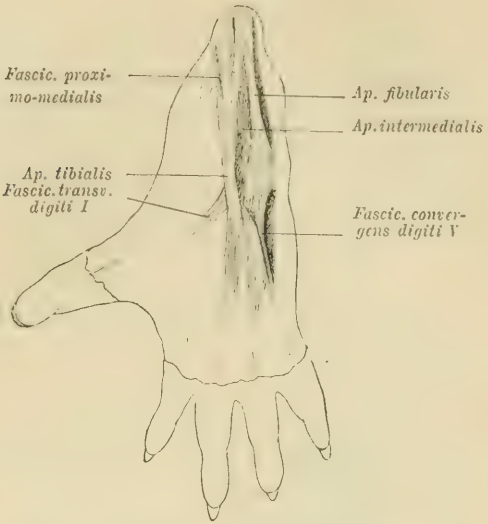


Fig. 67. *Cynocephalus anubis* Schl. Fibulare Aponeurose etwas stärker als bei den Lemuren entwickelt. Lateral gut abgegrenzt. Insertion an der Tub. met. V. 1/2.
Fig. 68. *Macacus cynomolgus* Anderson. Tibiale Aponeurose nur schwach entwickelt. Fasciculus proximo-medialis, Fasciculus digiti I und Fasciculus convergens sind vorhanden. 1/2.

Fig. 69.

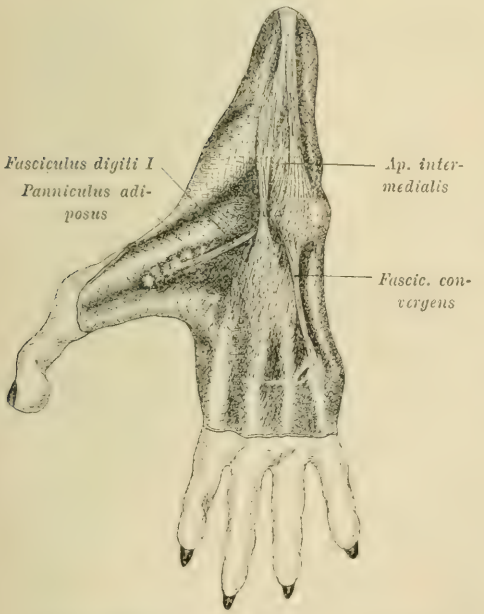


Fig. 70.

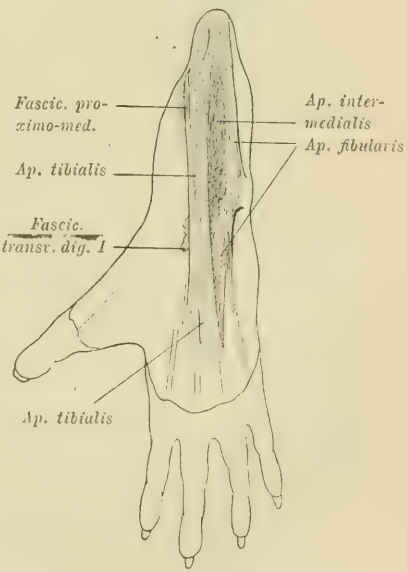


Fig. 69. *Macacus nemestrinus* F. Cuv. Fascic. dig. I schmal, aber stark und von der Ap. intermedialis gebildet. Ap. tibialis schwach. 1/2.
Fig. 70. *Cercopithecus callitrichus* Js. Geoffr. Im allgemeinen stärkere Aponeurose wie Fig. 69. 1/2.

fünf oder vier typische Merkmale finden. Fig. 69 weist fünf Merkmale auf. Wir finden den Fasciculus transversus dig. I und den Fasciculus convergens der Zehe V sehr stark entwickelt; der tibiale Strang und die Zweiteilung der Aponeurose sind verhältnismäßig schwach ausgebildet, Fasciculus proximo-medialis fehlt vollständig. Fig. 70 — starke Entwicklung des tibialen Stranges und des Fasciculus proximo-medialis, schwache Entwicklung des Fasciculus transversus dig. I und der Zweiteilung der Fasciculus convergens zur Zehe V fehlt vollständig.

Aus der Betrachtung der untersuchten Formen geht hervor, wie ich schon auf S. 252 angedeutet habe, daß der tibiale Strang nur von der Zweiteilung der Aponeurose im Tarsalgebiet abhängig ist. Der Fasciculus transversus dig. I und der Fasciculus proximo-medialis hängen zwar mit der Entstehung des tibialen Stranges zusammen, werden aber nicht durchaus durch sein Vorhandensein bedingt. So kann der tibiale Strang wohl entwickelt sein, ohne daß auch nur eine von diesen beiden Bildungen auftritt.

Das Vorhandensein des trichterförmigen Bündels zur Zehe V ist vollständig individuell. Weiteres läßt sich über die Correlation der einzelnen Merkmale der Aponeurosis plantaris nicht sagen.

Die Aufstellung eines Stammbaumes der Affen unter Berücksichtigung der Entwicklung der Plantaraponeurose ist insofern schwierig, als die letztere stark von der Funktion des Fußes abhängig ist. Und doch will ich es versuchen, eine geschlossene Entwicklungsreihe zu konstruieren. Dabei stütze ich mich auf Tab. I.

Daß die niedrigsten Formen der Cercopithecinen dem Genus *Papio* zugehören, scheint keinem Zweifel zu unterliegen. Dieses Genus allein schließt an die niedere Form an und weist eine bedeutende Entwicklung der Aponeurose auf. Nun finden wir aber bei dem Genus *Cercopithecus* auch Formen von den niedrigsten bis zu den höchsten. Genus *Macacus* und *Cercocebus* weisen jedoch fast ausschließlich nur höhere Formen auf. Darum weicht meine Systematisierung von derjenigen von Forbes ('94) insofern ab, als ich folgende Reihenfolge aufstelle:

1) Genus *Papio*,
2) - *Cercopithecus*,
3) - *Cercocebus*,
4) - *Macacus*.

Subfam. der Semnopithecinae.

Genus Colobus.

Die Lebensweise des *Colobus* im Freien ist sehr wenig bekannt, wir wissen von ihm eigentlich nur, daß er die höchsten Gipfel der Bäume bewohnt. Sein M. plantaris zeigt interessante Verhältnisse. Die Sehne desselben läuft über den Calcaneus, setzt sich aber dort nicht sekundär an, wie dies bei den Cercopithecinen der Fall ist, sondern verläuft frei bis in die Fußregion. Am Tuber calcanei ist die Sehne außerordentlich schmal (Fig. 71).

Fig. 71.

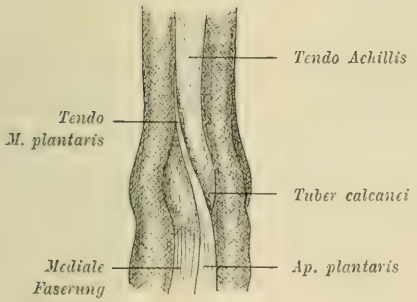


Fig. 72.

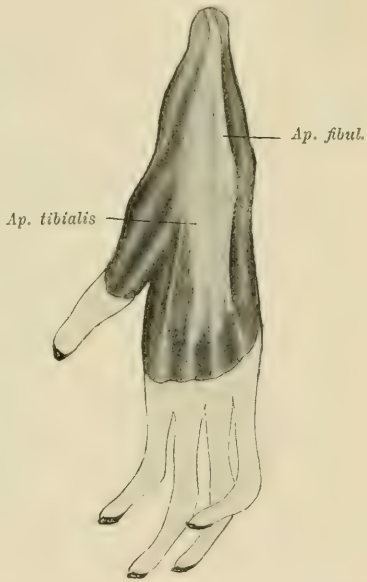


Fig. 71. *Colobus vellerosus* Js. Geoffr. Übergleiten der Sehne des M. plantaris am Tuber calcanei. 2/3.
Fig. 72. *Colobus vellerosus* Js. Geoffr. 1/2.

Colobus vellerosus Js. Geoffr.

Untersuchungsmateriel: eine Plantaraponeurose.

Die Aponeurosis plantaris des *Colobus vellerosus* zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit den Aponeurosen mancher Vertreter des Genus *Papio*. Etwa 3 cm unterhalb des Calcaneus (Fig. 72) teilt sich die Aponeurose in zwei Stränge. Der fibulare Strang ist ziemlich stark und verläuft bogenförmig ungefähr bis zur Tub. met. V, setzt sich jedoch dort nicht an und biegt im Endgebiet etwas medialwärts um.

Der tibiale Strang ist breiter, also auch besser entwickelt als

der fibulare. Er zieht über den fibularen; seine Endfasern bedecken die medialwärts verlaufenden Fasern des letzteren. Darin besteht auch die Ähnlichkeit mit *Papio*. Sonst ist die Aponeurose äußerst einfach und zeigt keines der vielen Merkmale der Cercopithecinae. Am Calcaneus medialwärts von der Sehne des M. plantaris sehen wir eine verstärkte sehnige Faserung der Muskelfascie. Dieselbe ist nicht deutlich von der Aponeurose zu trennen.

Genus Semnopithecus.

Vertreter dieser Gattung leben in Indien und auf dem Sunda-Archipel und werden »heilig« gehalten. Diese Tatsache ist es, die die Semnopitheciden einigermaßen vor den Angriffen des Menschen bewahrt. Sie fürchten den Menschen nicht, ja sie besuchen oft seine Ansiedelungen. Dadurch hat man die Lebensweise des *Semnopithecus*, wenigstens einiger Species, zeimlich genau kennen gelernt. Es sind alles sehr lebhafte Tiere.

Forbes schreibt über die Species *Semnopithecus entellus* ('94, II, 106): »They are at all times very active«, ibid. »They live in the trees of the forest and near to water, or in rocky hills« und über *Semnopithecus cephalopterus* ('94, II, 116): »They are seldom to be seen on the ground except, when they may have descended to recover seeds or fruits.« »When disturbed, their leaps are prodigious; but generally speaking, their progress is made, not so much by leaping, as by swinging from branch to branch . . .«

»And when baffled by distance, flinging themselves so as to catch the lower boughs of an opposite tree, the momentun acquired by their descent being sufficient to cause a rebound of the branch, that carries them up again, till they can grasp a higher and more distant one, and thus continue their headlong flight.

In these perilous achievements, wonder is exited . . . . . by the quickness of their eye, and the unerring accuracy with which they seem almost to calculate the angle at which a descent will enable them to cover a given distance, and the recoil to attain a higher altitude.«

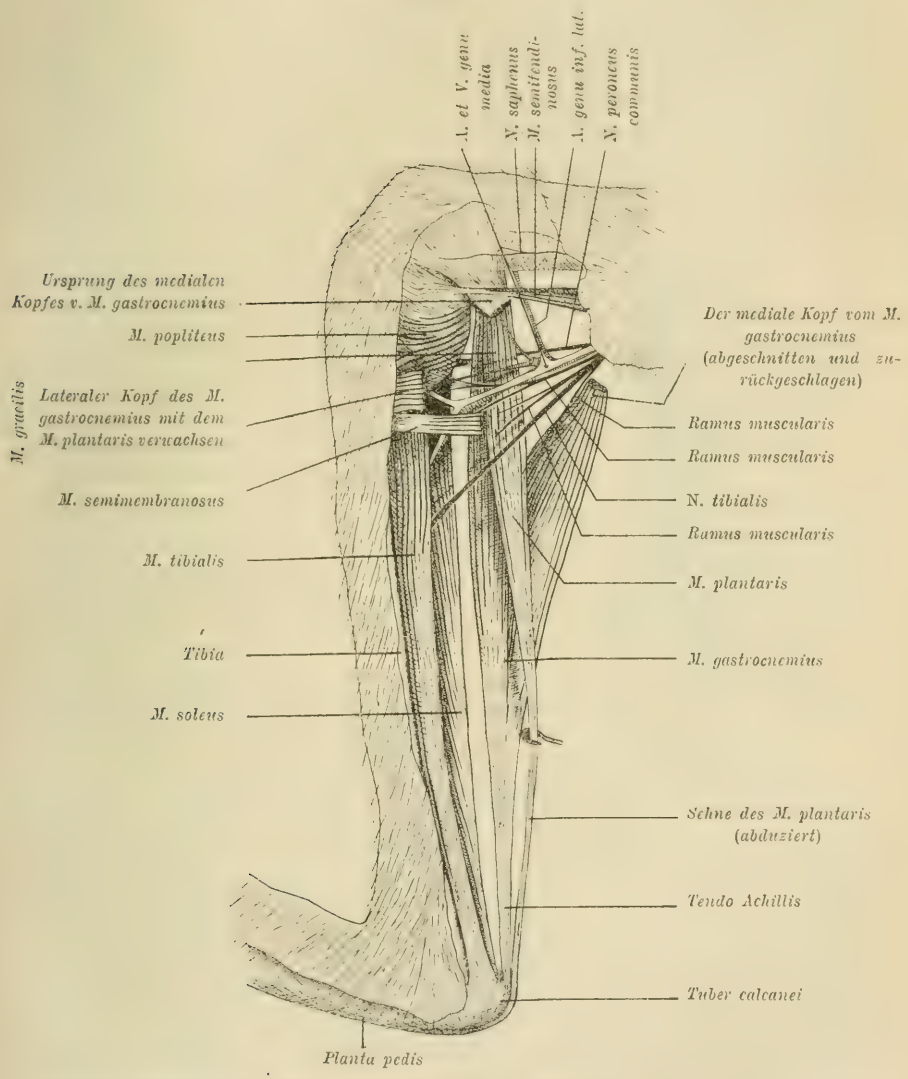
Über die Species *Semnopithecus melanolophus* sagt Forbes ('94, 137):

»They take tremendous leaps from the branches of one tree to those of another a little lower.«

Ich habe mich mit Absicht bei dieser Art der Fortbewegung der Semnopitheciden aufgehalten, um auf die ausgesprochene Spring-

bewegung aufmerksam zu machen. Selbstverständlich müssen die zur Bewegung dienenden Organe — die Extremitäten — dieser Funktion angepaßt sein. So auch die Aponeurosis plantaris.

Fig. 73.



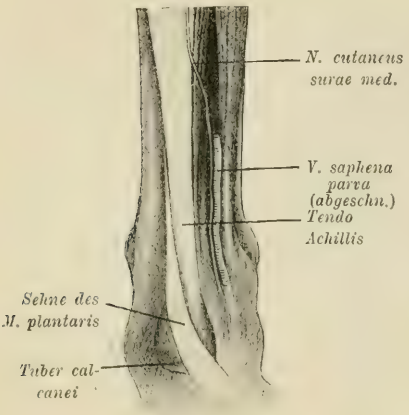
Rechter Unterschenkel von *Semnopithecus entellus* Desm. Muskeln, Nerven und Gefäße der Wade. Man beachte den Verlauf von M. plantaris. 1/2.

Ich erinnere an die am Anfang der Arbeit gemachte Voraussetzung (S. 197), daß die Aponeurose mit dem M. plantaris in Zusammen-

hang steht bei denjenigen Tieren, die auf den Bäumen leben. Dies findet auch bei den Semnopitheciden seine Bestätigung.

Der M. plantaris tritt bei *Semnopithecus entellus* als ein Muskel auf (Fig. 73), dessen Sehne frei über den Calcaneus hinüberläuft und als Plantaraponeurose endet. Er entspringt mit dem lateralen Kopf des M. gastrocnemius am Mall. lat. femoris und verläuft als ein etwas plattgedrückter Muskel zwischen dessen beiden Köpfen. Innervation durch Rami musculares nervi tibialis. Der eigentliche Muskelbauch nimmt nicht einmal ein Drittel der ganzen Unterschenkellänge ein und ist nicht besonders stark. Die Sehne ist schmal und schlank und wird von dem M. gastrocnemius und der Tendo Achillis bedeckt. Etwa 4—5 cm oberhalb des Tuber calcanei (Fig. 74) tritt die Plantarissehne an der medialen Seite der Achillessehne hervor aus der Tiefe und gleitet über den Calcaneus schon bedeutend mehr lateralwärts. Noch an der tarsalen Fußregion verläuft die Aponeurose eine Strecke weit als schmale Sehne, die nicht mit der Unterfläche verwachsen ist.

Fig. 74.



Semnopithecus entellus Desm. Das Verhalten der Plantarissehne am Calcaneus. 2/3.

Etwas divergierende Angaben macht Kohlbrugge ('97, 196). Er schreibt:

»Ich fand ihn (den M. plantaris) auch, und zwar sehr menschenähnlich bei den Semnopitheci. Er entspringt am Condylus lateralis femoris etwas medial vom Gastrocnemius, von dessen Ursprungsfasern er nicht ganz zu trennen ist und an dessen Sesambein seine Fasern befestigt sein können. Er ist ein ziemlich starker Muskel, der bei *Semnopithecus maurus* in der Mitte des Unterschenkels in seine Sehne übergeht, welche, zwischen Gastrocnemius und Soleus hinabziehend, medialwärts vom Gastrocnemius am Tuber calcanei angreift. Bei *Semnopithecus nasicus* vereinigt sich die Sehne in der Mitte des Unterschenkels mit dem medialen Kopf des Gastrocnemius.«

Die Tatsache, daß wir bei den Semnopitheciden wiederum eine innige Verbindung der Aponeurose mit dem M. plantaris finden, ist für uns insofern interessant, als die Vorläufer der Semnopitheciden

— die cercopithecinen Affen — eine deutliche Tendenz zeigen, die Aponeurose von dem Einflusse des Plantarismuskels zu befreien und dem letzteren seine ursprüngliche Funktion damit zu nehmen. Ich muß noch erwähnen, daß nicht alle Semnopitheciden das gleiche Verhalten am Calcaneus zeigen. Während *Semnopithecus entellus* eine vollständig frei übergleitende Sehne zeigt, ist sie bei *Semnopithecus melanolophus* etwas verwachsen und bei *Semnopithecus maurus* sogar ziemlich stark mit dem sie umgebenden Bindegewebe verfilzt.

Weil schon die höchsten Lemuroiden, bei denen die Springfunktion bekanntlich nicht so stark ausgesprochen ist, eine gewisse Verfilzung der Aponeurose mit dem Tub. calcanei aufweisen (S. 207), bin ich geneigt anzunehmen, daß das Verhalten bei *Semnopithecus melanolophus* das ursprüngliche und die freie Verbindung der Aponeurose mit der Muskelsehne bei den Semnopitheciden ein sekundäres Merkmal sei. Dafür spricht vielleicht auch das Verhalten der Sehne am Calcaneus; bei den niederen Affen verläuft die Sehne am Calcaneus gerade, während sie bei den Semnopitheciden eine nicht unwesentliche Umbiegung nach der lateralen Richtung hin aufweist.

Die morphologische Entwicklung der Plantaraponeurose bestätigt einigermaßen diese Voraussetzung: *Semnopithecus maurus* und *melanolophus* besitzen den einfachsten Bau dieses Organs, während die Species, die ein vollständig freies Übergleiten der Sehne zeigen, zugleich auch kompliziertere Aponeurosenverhältnisse besitzen.

Nach diesen Vorbemerkungen will ich zur morphologischen Betrachtung der Aponeurose übergehen.

Ich will dabei folgende Entwicklungsreihe annehmen:

Semnopithecus melanolophus,
- *maurus*,
- *mitratus*,
- *entellus*,
- *cephalopterus*.

Semnopithecus melanolophus (Forbes) sive *ferrugineus*.

Untersuchungsmaterial: drei Plantae.

Die Sehne des M. plantaris ist am Calcaneus nur etwa 2—3 mm breit. Eine Strecke von etwa 2 cm verläuft sie ohne sich zu verändern und breitet sich erst nachher aus. Die Aponeurose wird zu einem breiten, einheitlichen Sehnenblatt (Fig. 75, 76), das den mitt-

leren Teil des ganzen Fußes bedeckt. Vom Calcaneus verlaufen aponeurotische Fasern an der medialen Fußseite, von denen einige sich mit der eigentlichen Aponeurose vereinigen. Diese macht in der Höhe der Tub. met. V eine kleine Biegung, setzt sich aber nicht an (Fig. 75). In einem andern Falle habe ich dort nur eine recht schwache Anheftung gefunden. Die stärkste Variation zeigt *Semnopithecus melanolophus* im Endgebiet. Fig. 75 zeigt uns eine Aponeurose, die nur kurze Bündel in der Zweizahl bildet, Fig. 76 weist längere und deutlichere Bündel auf. Trotzdem finden wir da einen langen, schmalen Zipfel zur V. Zehe, der bei Fig. 75 vollständig fehlt. Obwohl die

Fig. 75

Fig. 76.

Fig. 75 und 76. *Semnopithecus melanolophus* Forbes sive *ferrugineus*. 1/2.

Sehne des Plantaris am Calcaneus etwas verwachsen ist, kann der Muskel auf die ganze Aponeurose einen Einfluß ausüben. Das Fehlen der Insertion an der Tub. met. V ist dabei eher von Vorteil.

Semnopithecus maurus Schreb.

Untersuchungsmaterial: zwei Aponeurosen.

Semnopithecus maurus zeigt uns verhältnismäßig wenig Neues. Das Verhalten der Sehne des M. plantaris, das Ausweichen der Aponeurose bei der Tub. met. V und die Verstärkung an der medialen Fußseite durch seitliche Fasern erinnern vollständig an *Semnopithecus melanolophus*.

Neues finden wir nur im Endgebiet und in der Regio tarsometatarsalis. Dort ist ein kleines Bündel zu sehen (Fig. 77), das oberflächlich entsteht und dann eine kurze Strecke schräg in der Richtung der Zehe I verläuft.

Im Endgebiet zeigen sich insofern Differenzen, als die Aponeurose recht weit nach unten geht und nur ganz kurze Bündel, den Zehen V—III entsprechend, bildet.

Sonst ist die Aponeurose einheitlich und stark.

Fig. 77.

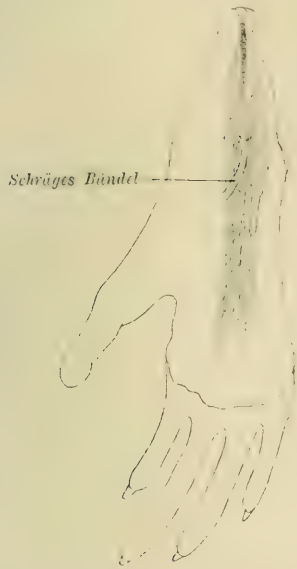


Fig. 78.

Fig. 77. *Semnopithecus maurus* Schreb. 1/2.
Fig. 78. *Semnopithecus mitratus* Esch. Starke Entwicklung des Fasciculus proximo-medialis. 1/2.

Semnopithecus mitratus Esch.

Untersuchungsmaterial: eine Aponeurose.

Mit dieser Species kommen wir zu denjenigen Formen, die ein vollständig freies Übergreifen der Plantarissehne am Calcaneus zeigen. Damit geht Hand in Hand ein andres Merkmal: die allmähliche sekundäre Insertion der Aponeurose an der Tub. met. V. Die Aponeurosis plantaris der Species *Semnopithecus mitratus* zeigt also vor allem die Verschiedenheit, daß sie sich an der eben erwähnten Stelle anheftet. Dadurch gewinnt sie auch eine gewisse Ähnlichkeit mit der Aponeurose bei den höheren Cercopithecinen. Diese Ähnlichkeit wird noch gesteigert durch das Vorkommen eines Bündels,

das ich bei den Cercopithecinen in 32% der Fälle vorfand und Fasciculus proximo-medialis nannte. Derselbe tritt hier sehr stark hervor (Fig. 78). Einige Fasern der medialen Strahlung am Calcaneus gruppieren sich zu einem Bündel, verlaufen dann schräg in der distalen Richtung und verbinden sich mit der Aponeurosis plantaris.

Im Endgebiet zeigt die Plantaraponeurose von *Semnopithecus mitratus* wenig Besonderes. Ein sehr schwaches und langes Bündel zur Zehe V und zwei ganz kurze Auszackungen der Aponeurose, den Zehen IV und III entsprechend, ist alles, was erwähnt zu werden verdient.

Semnopithecus entellus Dufr.

Untersuchungsmaterial: vier Aponeurosen.

Hier sehen wir eine weitere Entwicklung der zuerst bei *Semnopithecus mitratus* beobachteten Verhältnisse.

Fig. 79.

Semnopithecus entellus Dufr. Fasciculus proximo-medialis ist schwach entwickelt. 1/2.

Die Endsehne des Plantaris gleitet frei über den Calcaneus, beschreibt dabei aber eine starke Krümmung. Ihre Breite ist auch etwas größer als bei den andern Formen und beträgt am Calcaneus etwa 5 mm. Ungefähr $1^1/_2$—2 cm unterhalb des Calcaneus beginnt sich die Sehne auszubreiten. Der laterale Rand macht eine Krümmung und verläuft zur Tub. met. V, wo er festen Ansatz findet.

Sonst breitet sich die Aponeurose fast über die ganze tarsale Region des Fußes aus. Medial von der Plantarissehne sehen wir vom Calcaneus aus eine starke Strahlung. Die aponeurotischen Fasern bilden ein einige Millimeter breites Bündel, das bei drei Individuen sehr stark auftrat (Fig. 80) und nur in einem Falle schwach ausgebildet war

(Fig. 79). Dieses Bündel — Fasc. proximo-medialis — vereinigt sich dann mit der Aponeurose, wodurch das Organ bedeutend breiter wird.

In der Regio metatarsalis weicht das Verhalten der Aponeurose von *Semnopithecus entellus* wieder von den bis jetzt erwähnten Formen ab. Der laterale Rand der Plantaraponeurose beschreibt gleich nach der Tub. met. V eine starke Biegung nach innen (Fig. 79) und verschiebt auf solche Weise das Organ in medialer Richtung. Infolgedessen sehen wir in keinem Falle das deutliche und lange

Fig. 80.

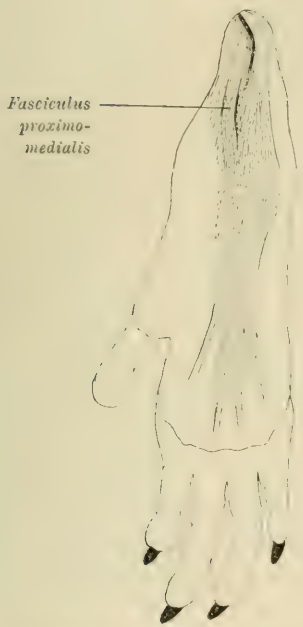


Fig. 81.

Fig. 80. *Semnopithecus entellus* Dufr. Sehr stark entwickelter Fasciculus proximo-medialis. 1/2.
Fig. 81. *Semnopithecus entellus* Dufr. Sehr starker Fasciculus proximo-medialis; lange Zehenbündel im Endgebiete. 1/2.

Bündel zur Zehe V, höchstens nur ganz kurze und winzige Auszackungen in dieser Richtung (Fig. 80). Die Aponeurose verläuft sehr weit distalwärts und erreicht bei einigen Individuen (Fig. 81) die distale Grenze der metatarso-phalangealen Region. Das gilt aber stets nur für die Bündel der III. und IV. Zehe.

Ganz neu erscheint die Entstehung des Bündels zur Zehe II. Dieses variiert stark und es kann eine Länge von einigen cm. erreichen (Fig. 79), bleibt aber häufig ganz kurz (Fig. 80, 81). Nach all dem Gesagten glaube ich, daß diese Art, was die Plantarapo-

neurose anbetrifft, als ein Endglied eines Entwicklungszweiges anzusehen ist.

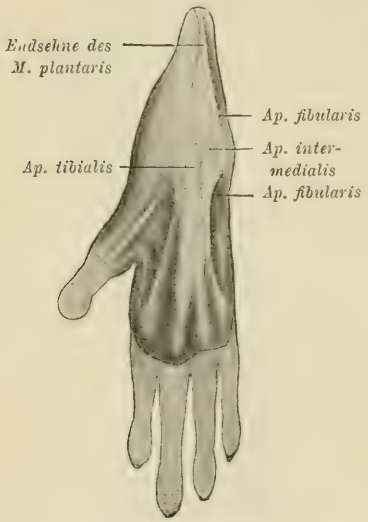
In einer ganz andern Richtung geht die Entwicklung der Aponeurose des *Semnopithecus cephalopterus*, von der ich jetzt zu sprechen habe.

Semnopithecus cephalopterus Martin.

Untersuchungsmaterial: zwei Aponeurosen.

Die Aponeurosis plantaris dieser Species zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit derjenigen mancher cercopitheciden Species und mit *Colobus vellerosus*. Sie schließt überhaupt mehr an die eben erwähnten Species an, als an die Semnopitheciden selbst. Und doch treten einige Charakteristika auf, die für ihre Zugehörigkeit zu den Semnopitheciden sprechen. Das freie Übergleiten der Plantarissehne über den Calcaneus und eine ausgesprochene aponeurotische Strahlung (Fig. 82) an der medialen Seite der Ferse, die so typisch für die Semnopitheciden sind, charakterisieren auch diese Form. Die Plantarissehne ist recht schmal und verläuft am Fuß noch etwa 1 cm weit, ehe sie sich auseinanderzubreiten beginnt. Durch die Ausstrahlung entstehen zwei Teile, wovon der mediale einen deutlichen tibialen Strang bildet.

Fig. 82.



Semnopithecus cephalopterus Martin. 1/2.

Den fibularen Teil sehen wir folgendermaßen angeordnet: ein direkter, lateralwärts scharf begrenzter Strang verläuft zur Tub. met. V und von da etwas medialwärts zum Endgebiet. Die Fasern, die von der medialen Seite dieses Stranges verlaufen, schlagen eine parallele Richtung ein. Infolgedessen biegen sie auch sehr bald medialwärts um (Fig. 82) und gelangen auf diese Weise unter den tibialen Strang. Der letztere wird nur teilweise von der Plantarissehne gebildet. Der kleinere, unwesentliche Teil dieses Bündels entsteht durch die Fasern der medialen Strahlung am Calcaneus. Im Endgebiet breitet sich der tibiale Strang etwas aus und bildet

ziemlich deutliche Zipfel zur III. und IV. Zehe. Die V. Zehe bekommt ein kurzes Bündel vom fibularen Teil der Aponeurose.

Fig. 83.

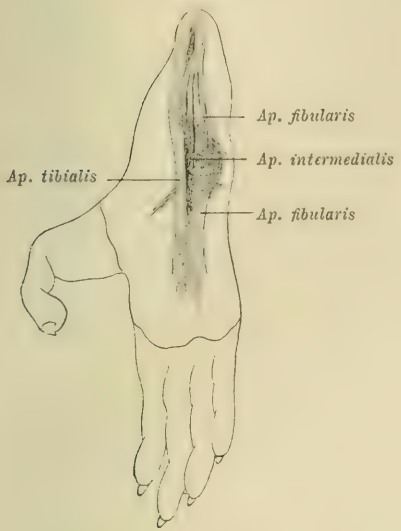


Fig. 84.

Fig. 83. *Macacus sinicus* Blyth. Die tibiale Aponeurose verläuft parallel der fibularen. 1/2.
Fig. 84. *Semnopithecus melanolophus* Forbes sive *ferrugineus*. 1/2.

Der Unterschied zwischen den beiden untersuchten Individuen besteht hauptsächlich in verschieden starker Ausbildung des tibialen Bündels der Breite nach und in einer mehr oder weniger ausgeprägten Länge der Zehenbündel.

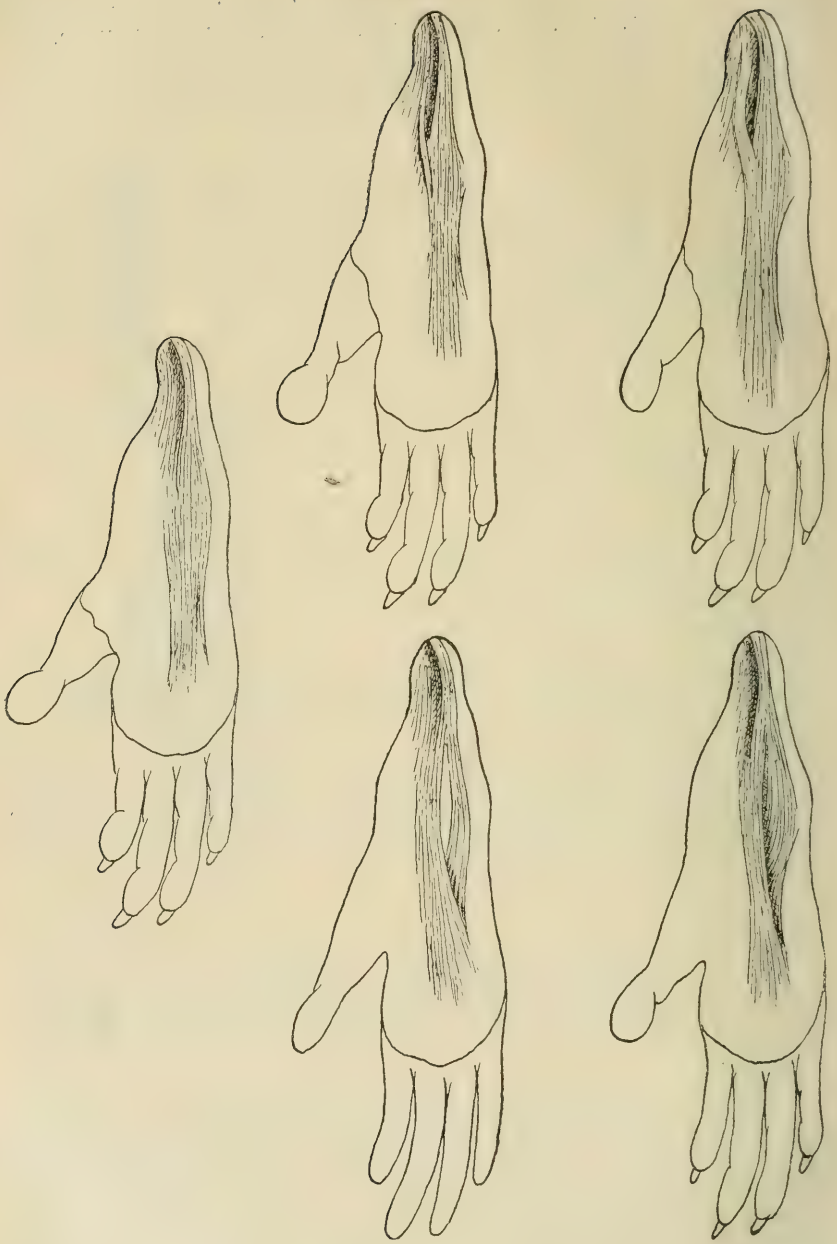
Kurze Zusammenstellung der Semnopithecinae.

Ein kurzer Blick auf die beiden untersuchten Genera der Semnopithecinae soll uns über ihre Stellung zu andern Affenformen aufklären.

Wenn wir die einfachsten Aponeurosen betrachten (*C. melanolophus*), so sehen wir eine auffallende Ähnlichkeit mit einigen Macacen, hauptsächlich mit *Macacus sinicus*. Wenn wir Figur 83 mit Figur 84 vergleichen und wenn wir bei der ersteren von der Strahlung des Tub. met. V aus absehen, so werden wir keine prinzipiellen Unterschiede finden. *Macacus sinicus* steht unter den Macacen ziemlich isoliert da.

Sämtliche Semnopithecinen sind sehr gute Springer, besitzen eine

Fig. 85.



Schematische Darstellung der Plantaraponeurose bei den Semnopithecinen. Von der Ausgangsform (*S. melanolophus*) können wir die Entwicklung in zwei Richtungen beobachten: 1) Ausbildung eines starken Fascic. prox.-med. und 2) Teilung der Aponeurose in eine fibulare und tibiale.

frei über den Calcaneus verlaufende Plantarissehne und haben dementsprechend eine gut entwickelte Aponeurose. Obwohl die Semnopithecinen eine ziemlich geschlossene Gruppe bilden, können wir doch innerhalb dieser Subfam. eine Entwicklung in zwei Richtungen unterscheiden.

1) Bildung des Fasc. proximo-medialis und

2) Teilung der fibularen und tibialen Aponeurose.

Die Differenzierung dieser beiden Merkmale konnten wir schon bei den Cercopithecinen verfolgen und deshalb will ich hier nur das Wesentlichste erwähnen.

Der Fasciculus proximo-medialis tritt bei den Macacen in 32% und bei den Cercopitheciden in 43% der Fälle auf. Aber bei keiner einzigen Form erreicht dieses Merkmal eine so starke Ausbildung, wie bei den Semnopithecinen. Als Endglied dieses Entwicklungszweiges ist *Semn. entellus* anzusehen, bei dem der Fasc. proximo-medialis zu einer bedeutenden Mächtigkeit gelangt ist.

Die Zweiteilung der Aponeurose und die Bildung deutlicher Stränge ist zwar nicht so fortgeschritten, führt aber doch zu typischen Formen: so *Colobus* und *S. cephalopterus*, die eine scharfe Gliederung der Aponeurose in einen fibularen und tibialen Teil zeigen. Die beiden Vorgänge habe ich auf der Fig. 85 dargestellt, die so gruppiert sind, daß man verschiedene Stadien der Entwicklung und auch den Ausgangspunkt leicht übersehen kann.

Die Vorgänge sind jedenfalls die gleichen wie bei den Cercopithecinen. Der einzige Unterschied ist der, daß die beiden Merkmale nicht miteinander in Correlation stehen. Es kommt aber bei den Semnopitheciden noch etwas in Betracht, das nicht ohne Interesse sein mag. Bei allen denjenigen Formen, die keinen festen Ansatz der Aponeurose an der Tub. met. V besitzen, fehlt der Fasc. proximo-medialis vollständig, und umgekehrt ist er am stärksten dort, wo sich die Aponeurose an der Tub. met. V fest ansetzt.

Ich bin nicht imstande die Funktion oder die nähere Aufgabe dieser Bildung zu bestimmen.

Zum Schluß dieses kurzen Überblicks will ich noch über den Einfluß des M. plantaris ein paar Worte sagen. Die so stark auftretende Aponeurose, ihr fester Zusammenhang mit dem Panniculus adiposus lassen vermuten, daß dieses Gebilde nicht ohne Einfluß auf die Anspannung der Sohlenhaut beim Springen sein muß. Daß es tatsächlich auch so ist, zeigt uns die Abhängigkeit der Aponeurose vom M. plantaris. Der Muskel kann, dank dem freien Über-

gleiten der Sehne am Calcaneus, seinen Einfluß auf die Aponeurose geltend machen. Freilich ist das der Fall bei denjenigen Formen, die eine freie, nicht an der Tub. met. V angesetzte Aponeurose besitzen; durch das Anwachsen der Aponeurose an der Tub. met. V wird die Wirkung des Muskels auf das distale Ende der Aponeurose eingeschränkt. Trotzdem läßt sich auch in dem letzteren Falle, bei Kontraktion des M. plantaris, ein Einfluß bis zum äußersten Ende der Aponeurose nachweisen.

Fam. Simiidae.

1. Subfam. Hylobatidae.

2. Subfam. Anthropomorphae.

1) *Gorilla gorilla*,
2) *Simia satyrus*,
3) *Anthropopithecus troglodytes*,
4) *Homo euencephalus*.

Bevor ich zu den einzelnen Subfamilien, Genera und Species übergehe, sei es mir gestattet, einige allgemeine Bemerkungen über die ganze Familie der Simiidae vorauszuschicken.

»The Simiidae — schreibt Forbes ('94, II, 148) — are all diurnal animals, and essentially arboreal«

und weiter ('94, II, 144):

»They are all essentially arboreal climbing animals, yet when they come to the ground they progress in a semi-erect position . . .«

Subfam. Hylobatidae.

Darüber schreibt Forbes (94, II, 148):

»The group of Tree-walkers as the term Hylobates signifies, embraces . . . the most perfectly arboreal the Manlike Apes«,

und weiter ('94, II, 150):

»Their feets climbing and leaping are almost proverbial. It would be impossible to exel them as acrobats.«

Interessant für uns erscheint die Beschreibung des Ganges von Hylobatiden auf ebenem Boden ('94, II, 150):

»When walking on the ground they assume the erect posture, putting the soles of their feet to the ground, separating the thumb and the great-toe widely from the neighbouring digits.«

Besonders wichtig ist jedoch die Tatsache, daß die Hylobatiden mit der ganzen Planta auftreten (Ibid. '94, II, 150):

»... the whole of the narrow, long sole of the foot is placed upon the ground at once and raised at once, without any elasticity of step.«

Diese Beobachtung erlaubt die Vermutung, daß die Haut vor dem Auftreten nicht besonders gespannt wird, also auch die Aponeurose nicht stark entwickelt sein wird. Dieselbe gewinnt noch mehr Wahrscheinlichkeit, wenn wir uns daran erinnern, daß bei den Hylobatiden der M. plantaris vollständig fehlt. KOHLBRUGGE gibt an,

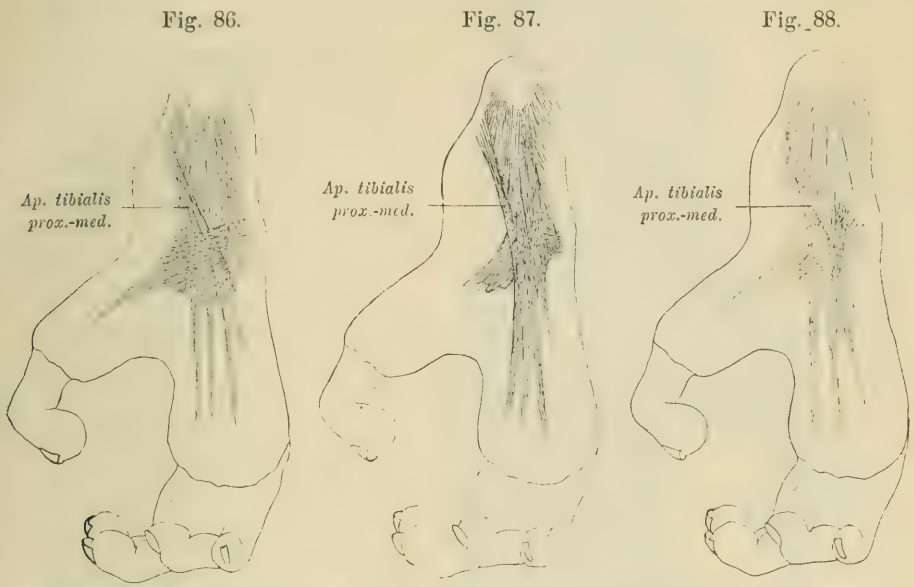


Fig. 86—88. *Hylobates syndactylus* F. Cuv. Reihe von Plantaraponeurosen, bei denen sich die Fasern der Ap. tibialis proximo-medialis nur distalwärts zur Regio metatarsalis begeben. Zugleich beachte man die verschiedene Stärke der Ap. tibialis proximo-medialis. 1/2.

daß dieser Muskel bei acht Exemplaren fehlte. Ich konnte mich an Hand von vier untersuchten *Hylob. syndactylus* immer rechts von der gleichen Tatsache überzeugen.

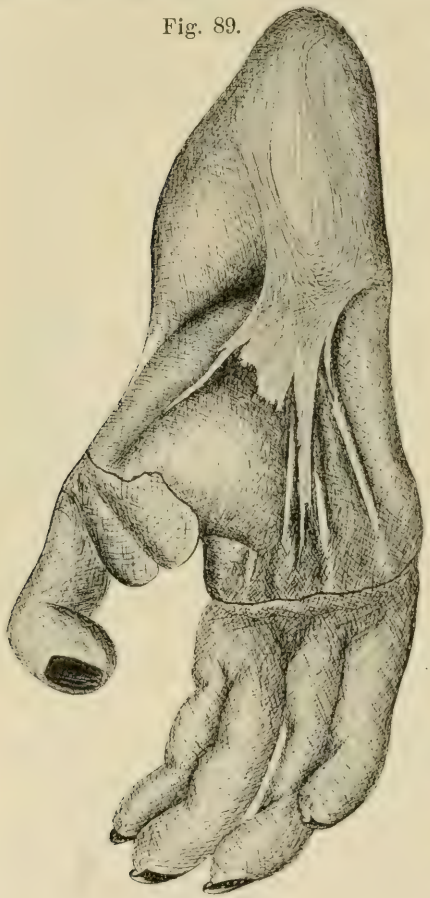
Hylobates syndactylus F. Cuv.

Untersuchungsmaterial: 12 Plantae.

Die untersuchten Exemplare erlauben mir nicht nur den Typus der Plantaraponeurose zu bestimmen, sondern auch einiges über deren Variationsbreite zu sagen, die gerade bei *Hylob. syndactylus* eine sehr große ist. Wie wir schon in einigen Fällen gesehen haben (*Ateles*, *Nycticebus*), ist die Variation bei allen Formen, die eine volle

Trennung der Aponeurose vom M. plantaris besitzen, beträchtlich. Und noch größer wird die Variation bei denjenigen Formen, bei welchen der M. plantaris vollständig fehlt, was freilich für eine schon früh erfolgte Lostrennung spricht.

Fig. 89.



Hylobates syndactylus F. Cuv. 3/4.

Ich will versuchen, an Hand meiner Untersuchungen eine geschlossene Reihe der Aponeurosen des *Hylob. syndactylus* aufzustellen.

Sämtliche Individuen haben eine Bildung gemeinsam. Am Tuber calcanei finden wir eine außerordentlich starke fächerförmige Faserstrahlung, die sich fast über die ganze Tarsalregion ausbreitet. Diese Strahlung bedeckt den Fuß entweder ziemlich gleichmäßig oder sie bildet einige stärkere Stränge, die sich nicht in ein System einreihen lassen; sie kommen sowohl lateral als medial vor. Dieser Teil der Aponeurose dient wahrscheinlich als Ursprungsfläche für den M. flexor digit. brevis und kommt daher auch wohl stets gut ausgebildet vor. Der übrige Teil zeigt uns eine sehr starke Variation, so daß sich die einzelnen Formen nur mit gewisser Schwierigkeit in ein System einreihen lassen.

Von zwei getrennten Strängen — einem fibularen und tibialen — kann hier überhaupt keine Rede sein. Darum müssen wir uns ein andres Merkmal zur Systematisierung der Befunde wählen.

In der Tarsalregion finden wir stets, wenn auch nur spurenweise, ein schräges Bündel, das an der medialen Fußseite unmittelbar an der Ferse beginnt und dann durch den Tarsus schräg lateralwärts und distalwärts verläuft.

Sein Verlauf bis zur Regio tarso-metatarsalis ist ziemlich immer der gleiche. Variierend ist jedoch die Stärke des betreffenden Stranges. Die Reihe Fig. 86—88 einerseits und diejenige von Fig. 89 bis 92 anderseits zeigen uns deutlich, daß der Strang von einer Breite von 4 mm (Fig. 89) bis auf einige Fasern (Fig. 88, 92) reduziert sein kann.

Ich will diesen Strang Aponeurosis tibialis proximo-medialis benennen.

Sein Verhalten in der Regio tarso-metatarsalis sowie in der Metatarsalregion ist aber recht verschieden.

Fig. 90. Fig. 91. Fig. 92.

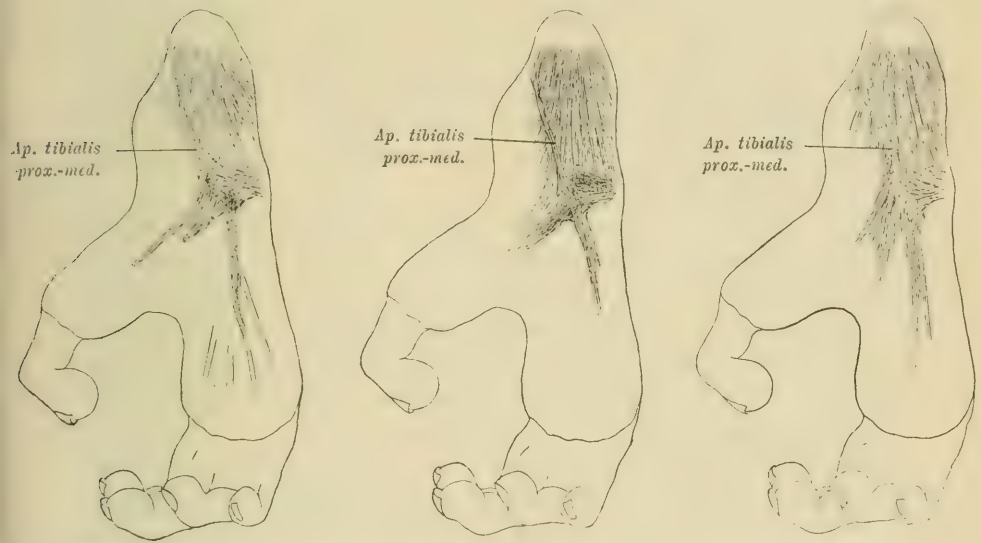


Fig. 90—92 (auch Fig. 89). *Hylobates syndactylus* F. Cuv. Reihe von Plantaraponeurosen, bei denen die Fasern der Ap. tibialis proximo-medialis lateral, medial und distal verlaufen. 1/2.

Was die Regio tarso-metatarsalis anbetrifft, so sehen wir die Fasern der Aponeurosis tibialis proximo-medialis drei Richtungen einschlagen: distalwärts zum metatarsalen Gebiet, medialwärts zur ersten Zehe und lateralwärts zur Tub. met. V. Die Fasern brauchen nicht in allen drei Richtungen zu verlaufen; so z. B. zeigt uns Fig. 86 den deutlichen Verlauf nur in der distalen Richtung zum Endgebiet, Fig. 90 zum Endgebiet und zur Tub. met. V und endlich Fig. 89 in allen drei Richtungen.

Ich muß bemerken, daß die Verhältnisse in der Regio tarso-metatarsalis äußerst unklar und verwischt sind.

In der Metatarsalregion tritt die stärkste Variation auf. Fig. 86 zeigt einen Fall, in dem das ganze Endgebiet, der ganze metatarsale Teil (mit Ausnahme der Zehe I), nur von der Aponeurosis tib. prox. med. gebildet wird. Die Fasern breiten sich aus, bilden vier deutliche und lange Zipfel, den Zehen II—V entsprechend, ohne daß sich andre Fasern mit ihnen verbinden. In Fig. 87 sehen wir das gleiche nur teilweise: die Ap. tib. prox. med. verbindet sich mit den Fasern der tarsalen Calcaneus-Strahlung, verläuft mit ihnen parallel und versorgt die zweite Zehe und teilweise die dritte. Etliche Fasern verfilzen sich auch mit den andern Bündeln.

Fig. 88 zeigt das gleiche in einem fortgeschrittenen Maße. Das reduzierte schräge Bündel versorgt nur die Zehe V, während die Bündel zu den andern Zehen nur noch von den Fasern, die aus der tarsalen Strahlung stammen, gebildet werden. Die Figurenreihe, Fig. 89—92, zeigt überhaupt im allgemeinen eine starke Reduktion des Endgebietes der Aponeurosis plantaris. Die reduzierten Aponeurosen kommen bei *Hylobates syndactylus* häufiger vor als der Typus der Fig. 86—88.

Abgesehen vom metatarsalen Gebiet der ersten Zehe, sehen wir nur ein einziges, seltener zwei Bündel (Fig. 89, 90, 91) von verschiedener Länge (Fig. 92). Diese Endbündel, zu denen sich noch Fasern der tarsalen Strahlung gesellen, werden ebenfalls von der Ap. tib. prox.-med. gebildet. Oft dominieren die Fasern der Ap. tib. prox.-med. (Fig. 90, 91) und, wo diese stark reduziert ist (Fig. 92), treten die andern kompensatorisch auf.

Es bleibt nun die Frage, ob sich diese merkwürdige Bildung phylogenetisch ableiten läßt und ob ich sie richtig benannt habe.

Wir müssen annehmen, daß mit der Lostrennung der Aponeurose vom M. plantaris die beiden Stränge — der tibiale und fibulare — nicht mehr zusammengehalten werden. Wenn wir uns daran erinnern, daß bei den Semnopitheciden (z. B. *S. entellus*) sich zu dem tibialen Teil ein seitlicher Strang gesellt — der Fasciculus proximo-med. —, der auch festen Ansatz an der medialen Seite des Calcaneus besitzt, so wird nach der Lostrennung von dem M. plantaris mindestens der vom Fasc. prox.-med. gebildete Teil des tibialen Stranges mit Leichtigkeit in der Richtung des festen Ansatzes rücken. So nimmt nun ein Teil der tibialen Aponeurose die proximo-mediale Richtung an, weshalb auch die Benennung »Aponeurosis tibialis proximo-medialis« berechtigt erscheint.

Was die Regio tarso-metatarsalis betrifft, so habe ich schon

erwähnt, daß sich hier Fasern von der Aponeurosis tibialis proximo-medialis mit derjenigen der tarsalen Strahlung kreuzen und verfilzen. Dazu gesellen sich noch Fasern, die von der Tub. met. V herkommen. Sie verlaufen entweder transversal und bilden ein ausgesprochenes Bündel zur Zehe I, oder sie verfilzen sich mit der tarsalen Strahlung mit den Endbündeln usw. Nur in wenigen Fällen fehlt die Strahlung von der Tub. met. V fast vollständig.

Dadurch, daß sich nun Fasern, von so vielen Richtungen kommend, kreuzen, entsteht oft ein schwer zu entwirrendes Bild. Das Bündel, der Zehe I entsprechend, besteht vielfach aus einem dünnen und

Fig. 93. Fig. 94.

Fig. 93—94. *Hylobates Mülleri* Martin. Die Vergleichung beider Figuren zeigt uns deutlich die verschieden starke Reduktion der Plantaraponeurose. 1/2.

einem breiten Abschnitt (Fig. 89). Beide Abschnitte werden gewöhnlich entweder von tarsalen Fasern oder von der Strahlung der Tub. met. V gebildet. Es können auch Fasern einer der beiden Richtungen stark dominieren (Fig. 86, 91). Das dünne Bündel ist lang und zieht zur Flexorensehne, während das breite Bündel der Wölbung der Planta, gegenüber der ersten Zehe, entspricht und zur Haut fortzieht. Ich will nur noch bemerken, daß die langen Endbündel (Fig. 86—88) immer dicht an den Muskelsehnen inserieren.

Hylobates Mülleri Martin.

Untersuchungsmaterial: drei Plantae, wovon eine links.

Obwohl ich nur drei Aponeurosen dieser Species präpariert

habe, konnte ich dennoch bei sonst gleichen Verhältnissen eine noch stärkere Reduktion der Aponeurose als bei *Hylobates syndactylus* konstatieren.

Fig. 93 zeigt eine starke Aponeurosis tibialis proximo-medialis, die sich bedeutend ausbreitet, aber nur ein langes Bündel, der dritten Zehe entsprechend, zeigt. Die tarsale Strahlung ist etwas schwächer als bei *Hylobates syndactylus*. Die von ihr kommenden Fasern treten unter der Aponeurosis tibialis proximo-medialis durch und bilden ein breites Bündel zur Zehe I. Die Strahlung von der Tub. met. V aus fehlt bei diesem Individuum vollständig.

Fig. 94 zeigt eine Aponeurose, die sehr stark reduziert ist und nicht über die tarso-metatarsale Region hinausreicht. Dabei ist diese Form sehr derjenigen von *Hylobates syndactylus* (Fig. 89) ähnlich.

Die Fasern der wohl entwickelten Aponeurosis tibialis proximo-medialis kreuzen sich mit der tarsalen Strahlung und mit den Fasern von der Tub. met. V, wodurch ein Knäuel entsteht, der nur ganz kurze Auszackungen bildet.

Bei dem dritten Individuum, das sei noch erwähnt, fand ich überhaupt keine Aponeurosis tibialis proximo-medialis mehr.

Die Zusammenfassung der Subfam. Hylobatidae ist mit der der Anthropomorphen auf S. 290 vereinigt.

Subfam. Anthropomorphae.

Genus Gorilla.

Was die Lebensweise dieses Tieres anbetrifft, so habe ich schon einige diesbezügliche Bemerkungen auf S. 276 gemacht. Hier will ich nur beifügen, daß der Gorilla öfters als z. B. *Hylobates* auf den Boden kommt. Wenn er läuft, so geht er, indem er seinem Körper eine halb hüpfende, halb schwingende Bewegung gibt.

Der M. plantaris fehlt nach Angaben sämtlicher Autoren. Kohlbrugge ('97, S. 196) erwähnt elf Exemplare, Sommer ('06) ein Exemplar, ich konnte ein Individuum untersuchen, so daß die Abwesenheit des M. plantaris bis jetzt im ganzen bei 13 Individuen konstatiert wurde.

Gorilla gorilla Wyman.

Untersuchungsmaterial: eine Aponeurose.

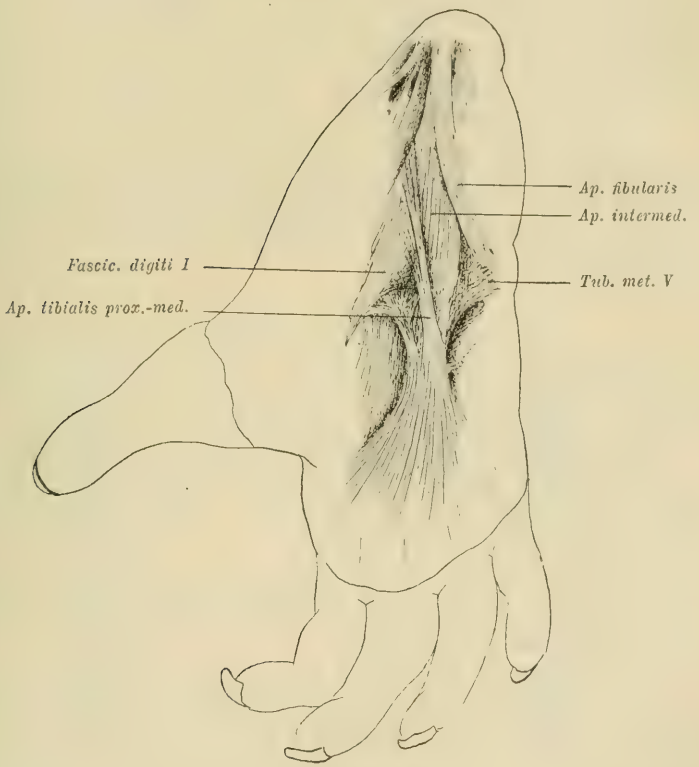
Das einzige untersuchte Individuum kann uns freilich kein klares Bild über die Verhältnisse beim Gorilla geben, und dies um

so weniger, als die Variationsbreite einer vom M. plantaris nicht abhängenden Form eine große sein muß.

Fig. 95, die etwas schematisch gehalten ist, um die einzelnen Bündel besser hervorzuheben, zeigt uns, wie kompliziert und verwickelt diese Verhältnisse sind.

Am Tuber calcanei entspringen starke aponeurotische Fasern. An der fibularen Fußseite entsteht aus diesen Fasern ein Strang,

Fig. 95.



Gorilla gorilla Wyman. 2/3.

der jedoch nicht deutlich von der übrigen Aponeurose abgrenzbar ist; das ist der der Aponeurosis fibularis entsprechende Teil. Er verläuft in der Richtung der Tub. met. V, wo er auch inseriert. Der übrige Teil bildet kein tibiales Bündel, sondern breitet sich über die Mitte des Tarsus aus. Die medialen Fasern dieser Partie sammeln sich zu einem breiten Zipfel, der der Zehe I entspricht. Die Auszackung bleibt jedoch kurz und inseriert an der Haut. Etwa

in der Mitte der Tarsalregion entsteht ein oberflächliches Bündel, das anfänglich recht schwach auftritt. Der Richtung und Form nach ist das die Aponeurosis tibialis proximo-medialis. Das Bündel wird bald deutlich, tritt aber erst in der metatarsalen Region stark hervor. Die Fasern verlaufen über denjenigen, die vom Calcaneus kommen, breiten sich fächerförmig aus und bilden kurze Zipfel zu den Zehen II—IV. Der Zehe V entspricht kein eigentliches Bündel. Zu diesem Teil gesellen sich noch Fasern, die mit dem Bündel der Zehe I in Verbindung stehen. Diese fächerförmige, etwas bogenförmige Ausbreitung bedeckt allein das Endgebiet. Bevor sich die Aponeurosis tibialis vollständig ausbreitet, sind noch medial Fasern, die von der Calcaneusstrahlung, und lateral Fasern, die von der Tub. met. V kommen, sichtbar.

Am Calcaneus seitlich, medial und lateral sehen wir nur ganz kurze Fasern. Die Verhältnisse hier sind aber nicht ganz klar, da die Aponeurose ziemlich undifferenziert auftritt.

Genus Simia (Orang-Utan).

Der Fuß des Orang-Utans hat einige wichtige Abänderungen erfahren. Bekanntlich ist die erste Zehe stark reduziert, wodurch auch die Oppositionsfähigkeit derselben vermindert wird.

Orang-Utan ist aber ein Tier, das auf Bäumen lebt und nur selten den Boden betritt. Wir müssen daher die Funktion seines Fußes einigermaßen studieren.

Sehr interessante Bemerkungen gibt uns Martin von einem Orang-Utan des Zoologischen Gartens in London (ich entnehme sie aus Forbes, '94, II, S. 177):

»their mode of application to the branches, during the arboreal evolutions of the animal, was hooklike; and from the power of the adductor muscles of the thumb, and flexor muscles of the fingers, tenacious and enduring, rather than tight and fixed. This observation is especially applicable to the feet; in these the shortness of the thumb, though capable in itself of firm and close application, renders it rather a fulcrum, against which the long fingers oppose their stress, than, by folding upon them, an adjunct to them in the act of prehension; and hence, though admirably fitted for the movements of the animal among the trees of the forest and the kind of hold necessary for freedom and security, the foot of the Orang is, perhaps, less energetic in the grasp than that of the semi-arboreal

Chimpanzee, in which the hindthumb is proportionally longer and the foot broader, than in the Orang.«

Was den M. plantaris anbetrifft, so hat von zwölf bis jetzt untersuchten Orang-Utans (KOHLBRUGGE, '97, S. 197) nur SANDIFORT einmal diesen Muskel feststellen können. Er fand denselben folgendermaßen gebaut: Seine schmale Sehne, die medial von der Tendo Achillis hervorging, verlief zwischen der Tendo des M. abductor und strahlte am Tub. calcanei in die Aponeurosis plantaris aus.

Ich habe den M. plantaris bei drei Tieren immer nur rechts gesucht, aber nicht gefunden.

Simia satyrus L. (*Orang-Utan*).

Untersuchungsmaterial: vier Aponeurosenplantae.

Wie bei allen Species, die keinen M. plantaris besitzen, scheint auch hier die Aponeurose ziemlich variabel zu sein.

Am Calcaneus sehen wir die aponeurotischen Fasern entspringen,

Fig. 96.

Fig. 97.

Fig. 96 und 97. *Simia satyrus* L. Man beachte die variierende Stärke der Ap. tib. prox.-med. 1/2

wobei nur die mittleren weiter distalwärts verlaufen. Die seitlichen weichen ein wenig auseinander, sind aber kurz und enden bald.

Die Fasern der mittleren Partie verlaufen bis zur Höhe der Tub. met. V gerade distalwärts, um dann etwas schräg in der medialen Richtung umzubiegen (Fig. 96, 97). Im Endgebiet bildet diese Faserung kurze Auszackungen, die der zweiten, dritten, vierten Zehe, selten auch der fünften (Fig. 97) entsprechen. In der Tarsalregion können sich die Fasern zu einem stärkeren Faserzug gruppieren (Fig. 97), der funktionell demjenigen von Gorilla (Fig. 95) gleich zu setzen ist. Die schwachen Fasern der Tarso-metatarsal-Region stellen sich so dar, als ob sie von diesem festeren Strang entspringen würden (Fig. 97).

Außerdem finden wir noch ein rudimentäres und stark variierendes Gebilde, die Aponeurosis tibialis proximo-medialis. In den drei untersuchten Fällen fand ich diese Bildung einmal als ein Bündel, das am Calcaneus an der medialen Seite entspringt, dann etwas bogenförmig und schräg zur Mitte des Fußes verläuft (Fig. 97) und sich in der metatarsalen Gegend auflöst. Bei einem andern Individuum war die ganze Bildung auf einen einzigen kleinen Faserzug beschränkt, der das Endgebiet der ganzen Strahlung durchkreuzte (Fig. 97). Beim dritten Tier fehlte die Aponeurosis tibialis proximo-medialis vollständig.

Ein abgesondertes Bündel zur ersten Zehe fand ich bei keinem Individuum, nicht einmal eine Andeutung desselben, was leicht erklärbar wird, wenn wir an die starke Reduktion der Zehe I denken.

Im allgemeinen ist die Aponeurose beim Orang-Utan nicht stark und scheint auch keine besondere Rolle zu spielen, was mit der Kletterfunktion des Fußes übereinstimmen würde.

Genus Schimpanse.

Das letzte Genus der Anthropoiden — der Schimpanse — bietet insofern sehr interessante Verhältnisse, als es der Lebensweise, sowie den morphologischen Befunden nach dem Menschen am nächsten steht.

Forbes ('94, II, S. 178) gebraucht für die Beschreibung der Lebensweise dieser Tiere den Ausdruck: »semi arboreal«.

Auf S. 197 schreibt er:

»these creatures often walk in a erect position but steady their bodies by placing the hands on the back of the head«.

Wir finden hier also eine neue Anpassung der Extremitäten — den Übergang der Kletterfunktion zur ausgesprochenen Gehfunktion.

Was den M. plantaris anbetrifft, so sind die Verhältnisse beim Schimpansen ebenfalls am menschenähnlichsten.

Nach Kohlbrugge ('97, S. 197) fehlte der M. plantaris bei 21 Exemplaren siebenmal beiderseits und viermal einerseits; also von 42 Extremitäten des Schimpanse fehlte er bei 18, was etwa 43 % ausmacht. In den übrigen Fällen (57 %) ist er vorhanden. Von vier rechten Extremitäten, die ich untersuchen konnte, fand ich den M. plantaris nur bei einer.

Wenn der M. plantaris vorkommt, dann (Kohlbrugge, '97, S. 196) ist der

»Muskelbauch kurz und schwach, die Sehne schlank und dünn. Er entspringt am lateralen Condylus des Femur und zuweilen an der Kapsel des Kniegelenks mehr oder weniger mit dem Gastrocnemius verbunden. Meist zieht er frei abwärts und inseriert medialwärts vom Gastrocnemius an dem Tuber des Calcaneus. Zuweilen ist der distale Teil der Sehne mit dem medialen Rande der Sehne des Gastrocnemius vereinigt. Humphry beobachtete den Übergang eines Teiles der Sehne in die Plantarfascie und nach Brühl ziehen einige Fasern zum Lig. laciniatum über den Sehnen hinter dem Malleolus medialis«.

Was den von mir untersuchten Fall anbelangt, so konnte ich auch wie Humphry das Übergleiten der Plantarissehne am Calcaneus und das Ausstrahlen in die Plantarfascie beobachten. Die Plantarissehne hatte sogar, wie ich sehen konnte, einen gewissen Einfluß auf die tarsale Plantaraponeurose, indem diese durch Kontraktion des Muskels angespannt wurde.

Anthropopithecus troglodytes Flower et Lydd.

Untersuchungsmaterial: vier Plantae.

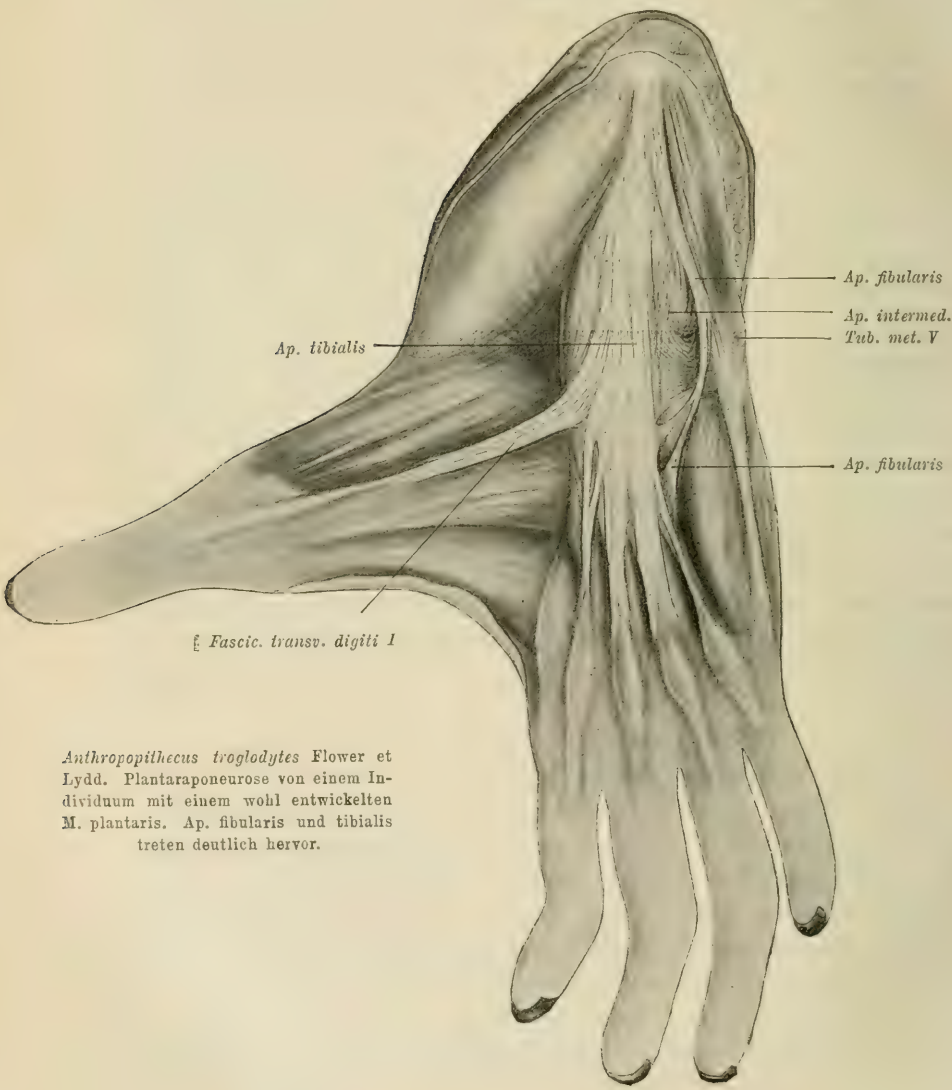
Ich muß gleich hier erwähnen, daß bei der Betrachtung der Aponeurose des Schimpansen in erster Linie darauf zu achten ist, ob der M. plantaris vorhanden ist und in welcher Beziehung er zur Plantaraponeurose steht. Denn nur in dem Fall, in welchem ich den M. plantaris mit der Aponeurose in Zusammenhang fand, war sie wohl entwickelt, während sie bei andern Individuen rudimentär war.

Ich beginne mit dem ersteren Falle.

Wie ich schon oben bemerkt habe, gleitet die Plantarissehne direkt über den Calcaneus und strahlt in die Aponeurosis aus.

Unter ihrem Einfluß befindet sich jedoch nur der mediale Teil, während der mehr laterale direkt am Tuber calcanei ansetzt. Die beiden Teile zusammen bilden den Anfang der eigentlichen Plantaraponeurose, die am medialen Rande etwas von dem Muskelbauch des Abductor hallucis bedeckt wird. Etwa $2^1/_2$ cm unterhalb des Calcaneus beginnt sich die Aponeurose zu teilen, und es sei gleich

Fig. 98.



Anthropopithecus troglodytes Flower et Lydd. Plantaraponeurose von einem Individuum mit einem wohl entwickelten M. plantaris. Ap. fibularis und tibialis treten deutlich hervor.

bemerkt, daß der tibiale Strang bedeutend stärker wird als der ursprüngliche fibulare.

Dieser letztere tritt als ein rudimentäres Gebilde von etwa 4 mm Breite auf, behält aber seinen typischen Verlauf; er begibt sich zur Tub. met. V und von dort schräg medialwärts, bis er sich unter der tibialen Aponeurose verliert (Fig. 98). Wahrscheinlich gelangt er unter den M. lumbricalis und inseriert an der Gelenkkapsel der vierten Zehe.

Einige Fasern dieses fibularen Stranges inserieren direkt an der Tub. met. V; andre entspringen aus diesem Bündel etwas höher,

Fig. 99.

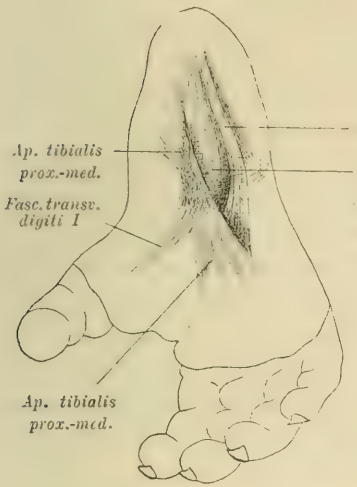


Fig. 100.

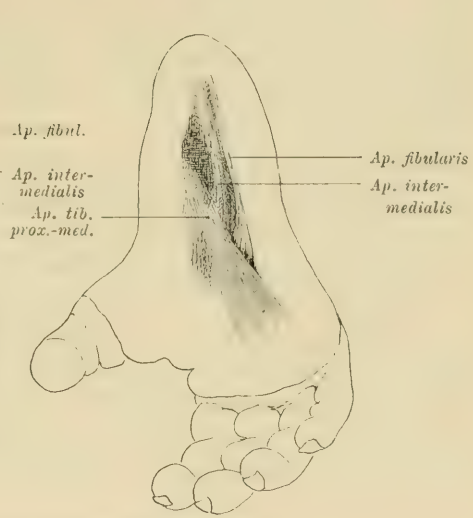


Fig. 99 und 100. *Anthropopithecus troglodytes* Flower et Lydd. 1/2.

verlaufen medialwärts und bilden die Verfilzung der Fasern, die zwischen den beiden Strängen auftritt.

Der tibiale Teil der Plantaraponeurose bietet uns folgende Verhältnisse. Er ist etwa $1^1/_2$ cm breit deutlich und stark. Er bedeckt fast vollständig den M. flexor digit. brevis, der nur an der medialen Seite etwas hervortritt. An dieser Stelle können wir ganz gut sehen, wie einige Fasern der Aponeurose sich allmählich in der Muskelfascie verlieren.

Die tibiale Aponeurose bildet Bündel, die zu allen fünf Zehen verlaufen (Fig. 98). Das Bündel der Zehe I ist breit und kräftig; ihm folgen der Stärke nach die Bündel der IV., der III. und der V.

Dieses letztere ist sehr schwach. Die Bündel III und IV sind an ihrem Ende geteilt, wobei ihre Endzipfel die Flexorensehne umgeben.

So ungefähr lagen die Verhältnisse bei dem jungen Individuum, bei dem die Aponeurose mit dem M. plantaris in Zusammenhang stand.

Prinzipiell andres finden wir dort, wo der M. plantaris gar nicht mehr vorhanden ist (Fig. 99, 100).

Der fibulare Teil allerdings ist nur insofern von dem geschilderten Verfahren verschieden, als er nicht so stark entwickelt ist (Fig. 99, 100). Der tibiale Teil dagegen differiert in höherem Grade. Wir finden zunächst eine schwache Aponeurose, die den M. flex. digit. brevis bedeckt; den Hauptteil liefert jedoch eine Bildung, die wir beim Gorilla, Orang und *Hylobates*, die Aponeurosis tib. prox.-medialis genannt haben (S. 280, 283, 288). In einem Fall (Fig. 99) entsteht diese Aponeurose als breiter Strang, während sie bei einem andern Individuum (Fig. 100) am Anfang schmal ist und erst weiter distalwärts breit wird. Fig. 99 zeigt uns ebenfalls Bündel zur Zehe I (nicht von der tib. prox.-med. Aponeurose) und zur Zehe II, III, IV und V (von der Apon. tib. prox. med. gebildet).

Die auf Fig. 100 dargestellte Aponeurose ist überhaupt sehr schwach und bildet keine deutlichen Zehenbündel.

Ich vermute, daß die Aponeurosis tib. prox.-med. auch hier dadurch entstanden ist, daß derjenige Teil, der einst mit dem M. plantaris in Zusammenhang stand, mit dem Schwund des letzten seinen ursprünglichen Ansatz verloren und sich nachher wahrscheinlich in der Richtung des größten Zuges verschoben hat.

Kurze Zusammenfassung der Anthropoiden.

Ich glaube gezeigt zu haben, wie wichtig für die Ausbildung der Aponeurosis das Vorhandensein des M. plantaris und sein Zusammenhang mit der Plantaraponeurose ist. Ich will daher zunächst eine vergleichende Tabelle über das Vorkommen dieses Muskels bei den Anthropoiden aufstellen.

Wenn wir die Angaben sämtlicher Autoren, die über die Anatomie der Anthropoiden geschrieben, sammeln, so bekommen wir von jeder Species eine ansehnliche Individuenzahl, so daß wir zu brauchbaren Prozentwerten gelangen können. Kohlbrugge hat bereits alle wichtigeren Angaben bis 1897 gesammelt ('97, 196). Ich ordne die Resultate tabellarisch und bekomme so folgende Zusammenstellung:

	Hylobates	Gorilla	Orang	Schimpanse
Zahl der untersuchten Extremitäten .	16	22	24	42
M. plantaris (Häufigkeit).	fehlt	fehlt	1 Extr.	24 Extr.

Wenn ich damit noch die Angaben von A. Sommer ('06, 181) und meine eigenen Beobachtungen vereinige, so bekommen wir eine etwas abweichende Tabelle, die ich ebenfalls angebe.

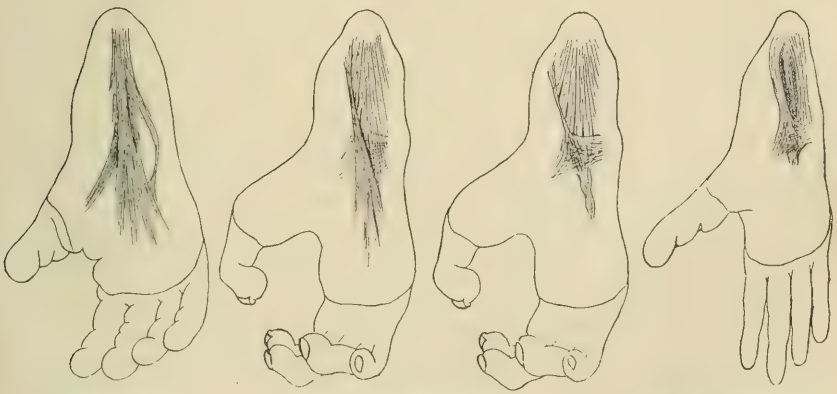
	Hylobates	Gorilla	Orang	Schimpanse	*Homo*
Zahl der beobachteten Extremitäten	20	25	27	46	
M. plantaris (Häufigkeit) . .	fehlt	fehlt	1 Extr.	25 Extr.	
Fehlt in	100%	100%	96,3%	45,7%	7%
Vorhanden in	0%	0%	3,7%	54,3%	93%

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß hinsichtlich der Ausbildung des M. plantaris und der Plantaraponeurose der Schimpanse dem Menschen am nächsten steht.

Eine vergleichende Betrachtung der Plantaraponeurose der Anthropoiden hat zu berücksichtigen:

1) die Aponeurosis fibularis,
2) das Endgebiet (Zehenbündel) der Aponeurose,
3) die Aponeurosis tibialis proximo-medialis.

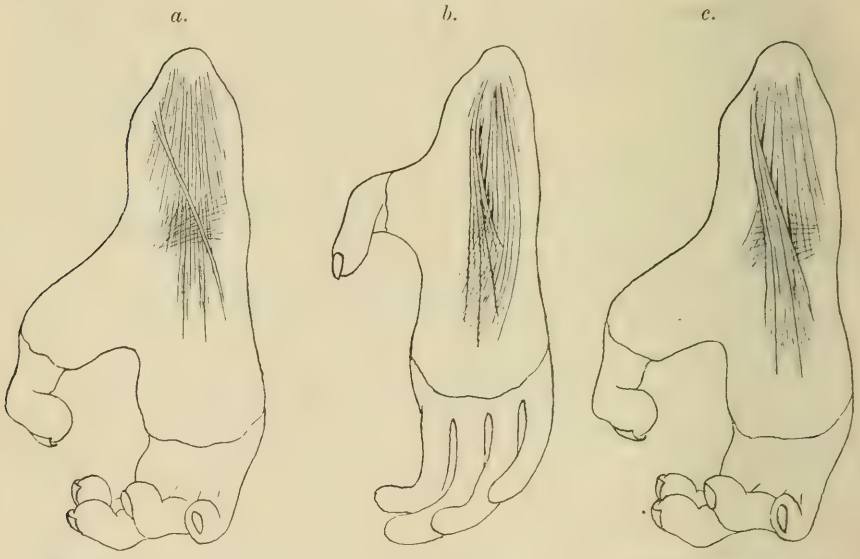
Fig. 101.



Schematische Darstellung der Aponeurose bei den Anthropoiden.
I. Von rechts nach links: Entwicklung des Fasciculus transversalis digiti I.
II. Von links nach rechts: Schwund der Aponeurose im metatarsalen Gebiet.

Schon bei den Semnopitheciden beginnt die Rückbildung der fibularen Aponeurose, und bei den Anthropoiden ist bereits ein Schwund derselben eingetreten. Beim Schimpansen ist der fibulare Strang noch regelmäßig vorhanden, aber er tritt in sehr verschiedener Stärke auf (Fig. 99 und 100). Beim Gorilla kann man ihn noch einigermaßen sehen, obwohl er nicht mehr deutlich abgegrenzt ist (Fig. 95). Bei allen andern Anthropoiden dagegen fehlt er gänzlich. Meiner Ansicht nach ist der Schwund der fibularen Aponeurose als ein sekundäres Merkmal anzusehen, und in dieser Beziehung stünden

Fig. 102.



Schematische Darstellung der Aponeurose bei den Anthropoiden.

daher Orang-Utan und Hylobates am weitesten abseits des menschlichen Entwicklungsganges.

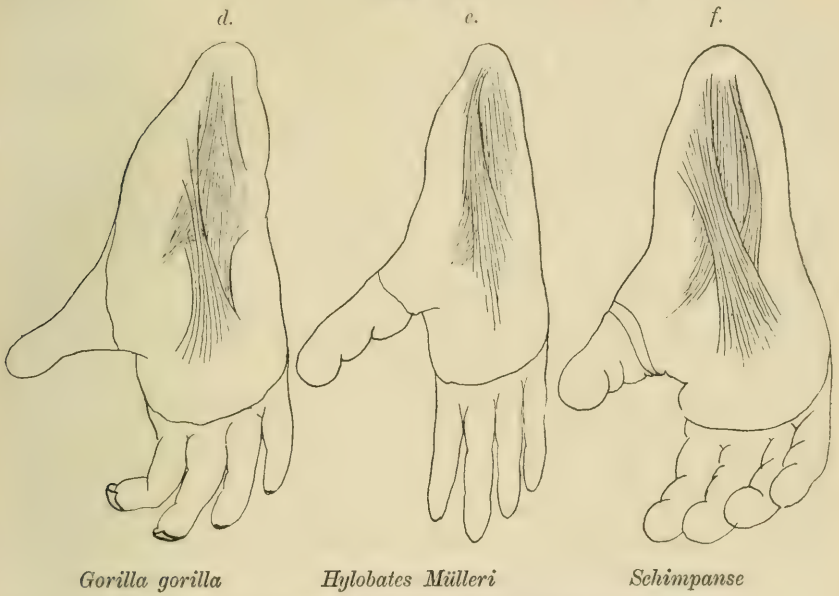
Noch stärker variierend ist das Endgebiet der Anthropoidenaponeurose. Auch da zeigt sich eine deutliche Regression.

Wenn wir die Cerco- oder Semnopithecinen betrachten, so sehen wir vor allem, daß die Zehenbündel der Aponeurose bis zu den metatarso-phalangealen Gelenken herüberreichen. Was das Bündel der ersten Zehe anbetrifft, so kommt es nur bei höheren Macacen, Cercopitheciden oder Cercocebiden vor. Es ist durchaus nicht regelmäßig vorhanden und wird durch Fasern gebildet, die einerseits

von der Tub. met. V, anderseits von der Aponeurosis intermedialis herkommen. Nun finden wir bei den Anthropoiden einerseits eine Tendenz, das Bündel zur ersten Zehe wohl zu entwickeln (Schimpanse), anderseits einen vollständigen Schwund dieses Bündels und der ganzen Endaponeurose.

Auf Fig. 101 ist beides dargestellt. Sämtliche Figuren von rechts nach links zeigen die allmähliche Entwicklung des Bündels zur Zehe I. Man sieht, daß zuerst immer noch einige Fasern von der Tub. met. V sich mit dem Bündel vereinigen, bis endlich beim Schim-

Fig. 102.



Man beachte die Entwicklung der Aponeurosis tibialis proximo-medialis.

pansen das erste Zehenbündel ausschließlich von der Aponeurosis intermed. gebildet wird und zugleich eine beträchtliche Stärke erreicht.

Wenn wir die Figuren von links nach rechts betrachten, so bemerken wir gleich auf den ersten Blick einen wesentlichen Schwund der Endaponeurose. Ja, *Hylobates Mülleri* weist fast eine vollständige Rückbildung des metatarsalen Teiles der Aponeurose auf.

Daraus schließe ich, daß diejenigen Arten, die das Bündel zur ersten Zehe entwickeln (Schimpanse), in der direkten Entwicklungsbahn des Menschen, was die Aponeurosis plantaris anbetrifft, einzureihen sind.

Dieses stimmt auch ungefähr mit dem Vorkommen des M. plantaris überein. Beim Schimpansen, bei dem das Zehenbündel I wohl entwickelt ist, kommt der M. plantaris relativ häufig vor (57%), bei den Hylobatiden mit der rückgebildeten Aponeurose ist er bis jetzt noch nie gefunden worden.

Ich gehe nun zum dritten Punkt, zur Aponeurosis tibialis proximo-medialis und Aponeurosis tibialis über. Ich erinnere daran, daß ich mit diesem Namen Aponeurosis tibialis proximo-medialis denjenigen Teil der Aponeurose benannt habe, der von der medialen Seite des Calcaneus herkommend sich zum tibialen Strang gesellt. Er ist innig mit der Aponeurosis tibialis verbunden und muß darum mit ihr zugleich betrachtet werden. Ich erinnere weiter daran, daß ich die Voraussetzung gemacht habe, daß die tibiale Aponeurose, nachdem sie ihren Zusammenhang mit dem M. plantaris verloren hat, leicht nach dieser Richtung sich verschieben könnte.

Diese Annahmen finden bei den Anthropoiden ihre Bestätigung. Wir sehen bei allen in Betracht kommenden Individuen vom Schimpansen, *Hylobates*, Gorilla, Orang (siehe schematische Tabelle Fig. 102) den tarsalen Teil des tibialen Stranges mehr oder weniger an den tibialen Fußrand gerückt. Dadurch wird die Aponeurosis intermedialis, die mit dem M. flexor dig. brevis eng verbunden ist, immer mehr in den Vordergrund treten müssen.

Außerdem können wir deutlich die verschiedene Entwicklung oder, besser gesagt, den Schwund der tibialen Aponeurose betrachten. Um die Sache anschaulich zu machen, müssen wir nur verschiedene Stadien nebeneinanderstellen (Fig. 102). Dann sieht man, wie einerseits die ganze tibiale Aponeurose stark zurückgebildet wird, wobei sie als rudimentäres Organ auch ihren ursprünglichen Weg aufgeben kann — wie bei *Hylobates* (Fig. 102 *a*) — anderseits erblickt man auch den Schwund des tarsalen Teiles, wobei der metatarsale in gleicher Stärke auftritt wie beim Gorilla und teilweise auch beim Schimpansen (Fig. 102 *d* und 102 *f*).

Ich kann die vergleichende Betrachtung nicht schließen, ohne daß ich noch auf den Zusammenhang der fibularen Aponeurose mit der Tub. met. V aufmerksam mache. Gorilla, bei dem die fibulare Aponeurose undeutlich auftritt, zeigt eine innige Verbindung, während beim Schimpansen sich dieser Strang nur in denjenigen Fällen mit der Tub. met. V verbindet, in denen der M. plantaris auftritt.

In andern Fällen, z. B. beim Orang, tritt, obwohl die Fasern

auch etwas bogenförmig zur Tub. met. V verlaufen, keine eigentliche Verbindung ein.

Zum Schluß weise ich darauf hin, daß die afrikanischen Anthropoiden, Gorilla und Schimpanse, sicher eine mehr progressiv entwickelte Aponeurose besitzen, während bei den asiatischen Hylobatiden und Orang-Utan eine wesentliche Rückbildung bemerkbar ist.

Als höchstes Glied aller Anthropoiden, was die Entwicklung der Aponeurosis plantaris und ihre Abhängigkeit von dem M. plantaris anbetrifft, ist unbedingt der Schimpanse anzusehen.

d. Homo.

Da wir über die menschliche Plantaraponeurose in jedem anatomischen Lehrbuch einige Angaben finden und da auch schon spezielle Arbeiten über dieses Organ erschienen sind, erachte ich es als notwendig, der Darstellung meiner eignen Untersuchungen eine Zusammenstellung der bis jetzt vorhandenen Angaben über die Plantaraponeurose des Menschen vorauszuschicken.

α. Übersicht der bisherigen Angaben.

Daß die älteren Anatomen wie Aristoteles und Galen die Aponeurosis plantaris unbeachtet ließen, ist wohl selbstverständlich.

Die erste Erwähnung der Aponeurose, soweit ich wenigstens ermitteln konnte, findet sich bei Vesal. Er spricht über dieselbe an mehreren Stellen seiner klassischen Arbeit: »de humani corporis fabrica«.

So lesen wir auf S. 207:

»Significetur itaque; primum ω ligamentum seu membranea substantia, primo digitos moventio musculo obnatam, latique; tendinis vicem in plantam subeuntem.«

Interessant ist, daß Vesal an andern Stellen auch die Aponeurosis plantaris der Affen in Betracht zieht (S. 303):

»Quemadmodum etiam in hominibus secus, atque in simiis, sub pede nullus tendo dilatescit, nam a calcis osse in membranam enasci audies, lati tendinis naturam appotisitissime exprimentem. Caeterum interim ab nonnulla Galeni loca haud colligendum est, hos tendines neveamque naturam, cuti citra, alicuis interuentum adnasci, aut nullo intervallo cutem a tendine se moveri. Inter tendimen nanque et cutem in manu et pede, adeps plurimus continetur, cuius naturam iam-iam explicabo.«

Aber auch Johannes Veslingius hat noch keine feste Benennung für die Aponeurose. Die ganze Darstellung ist auf wenige Worte beschränkt, die nur Beschreibung (1666, S. 293, Fig. 3) der entsprechenden Figur sind:

»Tendo sub plantam pedis a calce expansus.«

B. S. Albinus, der eine ausführliche Geschichte der Anatomie (1784) bis zur zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts geschrieben hat, faßt alles, was bis zu seiner Zeit über die Plantaraponeurose geschrieben wurde, zusammen, wenn er sagt, daß die (1784, Lib. III, S. 523) Aponeurosis plantaris

»Ab imo calcis recta per mediam plantam procedit ad digitorum initia. Oritur antem a tubere calcanei, quod calcem efficit. Lataque est ab ortu inde primum paulo angustior, mox latescens magis magisque, tum pollicem versus, tum minimum. Est et crassa, tensaque, et tanquam in fasciculos distincta, qui per plantae longitudinem porrecti. Ubi ad capita metatarsi appropinquat, findit se in portiones latiorque, quae ad pollicem: augustiores proximae duae: exiliores, quae supersunt passimque cohaerent fibris transversis.

Ipsa cohaeret ab ma parte cum aponeurosi, que tegit Abductorem pollicis; ab altera cum illa, quae minimi: et qua cohaeret, interserit, portionem, hic Abductori minimi, et Flexori brevi digitorum, capitique Flexoris longi in planta sito; ibi Abductori pollicis et Flexori brevi digitorum. Eundem autem utilitatis fructum nobis in pede praebet, quem in manu aponeurosis respondens«.

Albinus beruft sich bei diesen Worten auf eine ganze Reihe von Anatomen, wie Casser, Bildloo, Cowper usw., so daß ich auf diese nicht näher einzugehen brauche. Wichtig ist, daß schon Albinus den Ausdruck »Aponeurosis plantaris« gebraucht. Fünf Jahre nach dem Werke des Albinus erscheint die Anatomie Hildebrandts (1789) in deutscher Sprache. Diese ersten Beschreibungen der Organe in modernen Sprachen sind so bedeutsam, daß sie gewiß unsre Berücksichtigung verdienen. Dieser Autor schreibt (1789, Bd. II, S. 275, § 1277):

»Die Planta pedis wird von einer breiten dicken sehr festen glänzenden Flechsenhaut[1] (aponeurosis plantaris) bedeckt, welche dicht an dem Felle liegt. Sie ist von derselben Beschaffenheit als

[1] Als »Flechse« bezeichnet Hildebrandt jede Muskelsehne (1789, Bd. II, S. 16). Ibid. S. 21, § 1051 schreibt er: »einige Flechsen gehen in Flechsenhäute (aponeurosis) über, welche wahre Häute von flechsiger Substanz sind«.

die palmaris, übertrifft aber jene etwas an Dicke. Sie besteht ebenfalls größtenteils aus starken, fest miteinander verbundenen, flechsigten Fasern, welche der Länge nach etwas divergirend von hinten nach vorn gehn, doch hat sie auch hie und da schwächere Querfasern, die zu ihrer Verstärkung dienen. Sie entspringt an der innern größern Hervorragung des tuberis calcanei, ist hier am dicksten und schmalsten, auf ihrer obern Fläche mit dem flexore brevi digit. und nach den Seiten zu mit dem abductore hallucis und dem abductore digiti minimi verbunden, breitet sich allmälig in der planta pedis aus, giebt eine Fortsetzung nach der innern Seite, die sich mit dem abductore hallucis, und eine andere nach der äußeren, die sich mit dem abductore digiti minimi verbindet, und deren jede diese Muskeln von unten bedeckt, und teilt sich gegen die Zehen hin in fünf Äste, deren je einer zu einer Zehe geht, und sich an derselben in drei schmale dünner werdende Schenkel (crura) teilt. Der mittlere Schenkel verliert sich an der f. plantari des ersten Gliedes seiner Zehe in der Haut; die Seitenschenkel befestigen sich jeder an seiner Seite des ersten Gliedes. So bedeckt diese ganze Flechsenhaut die in der planta liegenden Muskeln, Flechsen, Gefäße und Nerven. — Ihr Nutzen ist der, diese Teile gegen Druck zu schützen, wenn wir so auftreten, daß der mittlere Teil der plantae gedrückt wird (z. B. auf höckerigtem Boden, Leiterstufen usw.). Auch befestiget sie die über ihr liegenden Muskeln und Flechsen in ihrer Lage, um so mehr, je stärker sie durch den mit ihr verbundenen flexorem brevem digitorum usw. angespannt wird.« —

Meckel, der sein in der Geschichte der anatomischen Wissenschaft bekanntes »Handbuch der menschlichen Anatomie« nur 27 Jahre nach dem Werke Hildebrandts geschrieben hat, benutzt für die Aponeurosis plantaris nicht mehr den Namen »Flechsenhaut«. Er nennt sie »Sehnenausbreitung der Sohle«, begnügt sich aber, obwohl sein Werk im allgemeinen viel ausführlicher ist, nur mit einer kurzen Beschreibung dieses Organs ('16, Bd. II, S. 599, § 1263). Diese lautet:

»Die Sehnenausbreitung der Sohle, eine sehr starke, aus Längenfasern gebildete sehnige Schicht, erstreckt sich von der unteren Fläche des Fersenhöckers, unmittelbar unter der Haut, genau mit ihr verbunden, nach vorn, breitet sich von vorn nach hinten beträchtlich aus (2), und spaltet sich in der Gegend des vordern Randes des Mittelfußes in fünf Zipfel, welche den fünf Zehen entsprechen und durch quere Fasern zusammengehalten werden.

Sie schützt und befestigt die Sohlenmuskeln, und vergrößert die Insertionsfläche mehrerer derselben.«

So kurz auch diese Beschreibung Meckels ist, finden wir hier doch einiges Neues: außer den schon früher erwähnten Ausdruck »Ausbreitung der Sohle« auch noch die Definition »sehnige Schicht« und dann die Erwähnung der Tatsache, daß die zu den fünf Zehen gehenden Bündel durch quere Fasern zusammengehalten werden. Auch gibt er an, daß die Aponeurose ihrer ganzen Länge nach mit der Haut der Planta verbunden ist.

C. F. T. Krause (1843, S. 440) gebraucht den Ausdruck »Fascia plantaris«, wobei er sie den »stärksten Teil der Sehnenbinde der unteren Gliedmaße« nennt. Wichtig ist, daß er gewissermaßen der eben erwähnten Meinung Meckels widerspricht, indem er behauptet, daß nur einige der longitudinalen Fasern »sich in der Haut der Fußsohle verlieren«. Vollständig neu aber ist die Meinung Krauses:

»Vermittels zweier Scheidenwände, welche in die Tiefe der Fußsohle eindringen und an die Knochen und Ligamente sich heften, werden drei geschlossene Scheiden gebildet; eine innere Scheide für die Mm. abductor und flexor brevis hallucis, eine äußere für die Mm. abductor und flexor brevis digiti minimi und eine mittlere geräumige für alle Muskeln und Sehnen in der Mitte der Fußsohle.«

Was die fünf Zipfel an den Zehen anbelangt, so meint Krause ebenfalls, daß sie von Querfasern zusammengehalten werden und im Endteil »mit dem Lig. capitulorum oss. metatarsi plantaris und den fibrösen Scheiden der Sehnen der Zehenbeuger verschmelzen«.

J. Engel ('59, S. 796) zeigt insofern einen Fortschritt, als er drei Teile der Aponeurosis plantaris unterscheidet. Nach seiner Meinung hat die Aponeurose »einen mittleren Teil und zwei schwächere seitliche Teile, welche über die Fußränder zum Teile mit der Rückenaponeurose in Zusammenhang stehen«.

Von dem mittleren Teile, der aus »zusammengedrängten, meist longitudinalen« Sehnenbündeln besteht, verlaufen einige besonders im vorderen Teil zur Haut.

Engel betont, daß solange die Aponeurose mit dem M. flexor digitorum brevis verbunden ist, sie stärker bleibt und sich erst dann abschwächt, wenn sie frei und breit wird.

Die Endzipfel sind seiner Ansicht nach mit Querfasern untereinander verbunden und an den Ligamenta cap. oss. met. befestigt, wo sie den Anfang der fibrösen Sehnenscheiden an der Plantarseite der Zehen bilden helfen. Engel modifiziert auch die Meinung von

Krause über die Scheidewände der Aponeurosis plantaris, indem er behauptet ('59, S. 796), daß nur »die Seitenränder der mittlern Abteilung in die Tiefe der Fußsohle dringen und mit den hier befindlichen Bändern zusammenhängen, so daß dadurch eine ganz geschlossene Abteilung für die in der Mitte der Fußsohle verlaufenden Muskeln und Sehnen gebildet wird«.

Die Beschreibung der Scheiden ist eine ziemlich ausführliche. Ich erwähne nur, daß nach Engel ('59, S. 797) die Scheiden »im hinteren Teile vollständig sind, nach vorne aber allmählich minder vollständig werden und endlich sich verlieren«.

Was die zwei seitlichen Teile der Fascia plantaris anbetrifft, so »überziehen sie die nicht an den Knochen befestigten Flächen der kleinen Muskel der großen und kleinen Zehe« und »hängen nach hinten mit dem Lig. annulare inter- und externum fest zusammen. Nach oben verbinden sie sich mit der Fascia dorsalis«.

Auch Henry Gray gibt an ('64, S. 317), daß die Aponeurose in drei Teile zerfällt.

Die Beschreibung des oberen Teils der »Centralen portion« stimmt durchaus mit den bis jetzt erwähnten Angaben überein. Neu erscheint die Meinung, daß an der Stelle, wo sich die Aponeurose in fünf Zipfel teilt, »numerous transverse fibres are superadded, which serve to increase the strength of the fascia at this part, by binding the processes together and connecting them with the integument«.

Was die Endigung der fünf Zehenzipfel anbelangt, sagt er ('67, S. 317): »Each of the processes divides opposite the metatarso phalangeal articulation into two slips, which embrace the sides of the flexor tendons of the toes, and are inserted into the sides of the metatarsal bones, and into the transverse metatarsal ligament.«

Die zwei seitlichen Portionen sind nach Gray überhaupt schwächer. Ich fand bei ihm die erste genauere Beschreibung dieser Aponeurosenteile. Der laterale Teil (outer portion) ist ('64, S. 318): »thick behind, thin in front, and extends from the os calcis forwards to the base or the fifth metatarsal bone, into the outer side of which it is attached: it is continuous internally with the middle portion of the plantar fascia, and externally with the dorsal fascia«.

Die mediale Portion (»inner portion«) bedeckt den M. abductor pollicis und ist sehr dünn. Ihr morphologisches Verhalten ist das folgende: »it is attached behind to the internal annual ligament,

and is continous around the side of the foot with the dorsal fascia, and externally with the middle portion of the plantar fascia«.

J. Hyrtl bestätigt die Dreiteilung der Aponeurose ('88, S. 574), faßt die Fascia plantaris aber als Band auf, das bestimmt, ist »die Wölbung des Fußes aufrecht zu erhalten«.

Wenn die Aponeurose »infolge eines angeborenen Bildungsfehlers zu kurz ist, kann sie abnorme Krümmung des Fußes bedingen«.

Von einem ganz neuen Standpunkt aus betrachtet J. Henle die menschliche Aponeurose; seine Arbeit ist noch 18 Jahre ('71) vor der Arbeit J. Hyrtls ('89) erschienen. Einiges aus derselben verdient genauer betrachtet zu werden.

Henle ('71, S. 338) unterscheidet nur zwei Teile der Aponeurose: Aponeurosis plantaris media und Aponeurosis plantaris externa.

»Neben der eigentlichen mittleren . . . Aponeurose, welche am Fersenbeine entspringt und am Ursprunge mit der Sehne des M. flexor digitorum brevis untrennbar verschmolzen ist, erhält aber am Fuße auch der Überzug des M. abductor digiti quinti eine glänzende sehnige Beschaffenheit und bildet einen lateralen Teil der Plantarfascie, der sich gegen die Mitte der Länge des Fußes verliert.«

Von einem dritten medialen Teil ist keine Rede. Ferner besteht die Aponeurosis plantaris media nach Henle ('71, S. 338) aus zwei Schichten, einer äußeren longitudinalen und einer inneren transversalen. Die innere wird: »erst in der Nähe der Zehengelenke recht zusammenhängend und zwischen den auseinander weichenden Fasciceln der äußeren sichtbar«.

Nur an der Ferse liegt »eine dem Fuße eigentümliche Querfaserschicht auf der Außenfläche der longitudinalen«.

Da die dritte mediale Portion gar nicht erwähnt wird, bedarf die Bildung der drei Scheiden einer besonderen Erklärung.

Zwischen den beiden erwähnten Teilen der Aponeurose befindet sich eine Furche, die »dadurch entsteht, daß von der eigentlichen Plantarfascie Bündel einwärts zum Ligamentum calcaneo-cuboid. und zur Tuberositas des fünften Mittelfußknochens gehen. Ebenso steht am medialen Fußrande die Plantarfascie zwischen den Sehnen der Beugemuskeln und dem M. abductor hallucis mit Sehnenfasern des M. tibialis posticus und also mittelbar mit Knochen der Fußwurzel in Verbindung«.

Die Frage der Zwei- oder Dreiteilung der Aponeurose ist bis in die letzte Zeit nicht definitiv gelöst worden. Einerseits finden wir Forscher wie Deroque ('94, S. 128) und Sobotta ('04 a, S. 208

und '04 b, S. 205), die bei der Dreiteilung bleiben, während anderseits die Mehrheit der Anatomen nur eine Zweiteilung erwähnen; so Gegenbaur ('99, S. 471), Spaltholz ('04, Bd. II, S. 352), Kopsch ('06, Bd. II, S. 696 und 710).

Die eingehendste aller Arbeiten über die Plantaraponeurose ist die Untersuchung von Deroque (94, S. 128). Er schreibt (S. 129): »On décrit généralement trois aponévroses plantaires, l'aponévrose plantaire interne, l'aponévrose plantaire externe, enfin l'aponévrose moyenne, celle-ci étant regardée comme étant de beaucoup la plus importante.«

Deroque nennt die Mittelaponeurose »un plan nacré s'étendant depuis le calcanéum jusqu'à la racine de quatre premiers orteils« und schreibt über sie ('94, S. 129): »elle naît en arrière de la tubérosité interne du calcanéum, par un gros trousseau fibreux qui, sur une longueur de 5 à 6 centim. se présente sans forme d'une sorte de corde, qui aurait été tordue sur elle-même. A ce moment, ce trousseau s'épanouit, la corde semble se dérouler et se transformer en une large lame triangulaire, s'étendant jusqu'à la racine des orteils, les fibres les plus internes allant jusqu'à l'extrémité postérieure du I-er; les plus externes vers le 4me les moyennes vers le 3me et le 2me. Quant au 5me il reçoit une petit cordelette fibreuse détachée du bord externe de l'aponévrose un peu en avant de la partie moyenne.«

Unterhalb der Metatarsalknochen ('94, S. 130): »on rencontre quelques fibres transversales reliant les bandelettes digitales et formant un pont . . .«.

Die Stärke der »aponévrose moyenne« ist nicht überall gleich ('94, S. 131): »Elle est très épaisse et très resistante en arrière et sur son côté interne . . . elle est relativement mince à son côté externe et en avant.«

Von den seitlichen Aponeurosenteilen berücksichtigt Deroque nur die laterale Partie. Er beschreibt diesen Teil als ('94, S. 130) »une large lame nacrée s'étendant de la tuberosité externe du calcaneum à la partie postérieure du 5me metatarsien. Très blanche, très nacrée, très resistante à son bord postéro-externe, elle s'amincit progressivement pour arriver sur le bord externe de l'aponévrose moyenne. C'est l'aponévrose plantaire externe.«

Gegenbaur ('99, S. 471) ist der einzige, der die Verschiedenheit der Plantar- und Palmaraponeurose erwähnt; den Hauptunterschied

sieht er darin, daß die Palmarfascie kein Bündel zum ersten Finger besitzt, während dies beim Fuß der Fall ist.

Bei Gegenbaur finden wir auch eine kurze Andeutung der Phylogenie der menschlichen Aponeurose ('99, S. 471). »Die Existenz des M. plantaris verweist auf eine ursprüngliche Funktion, welche er

Fig. 103. Fig. 104.

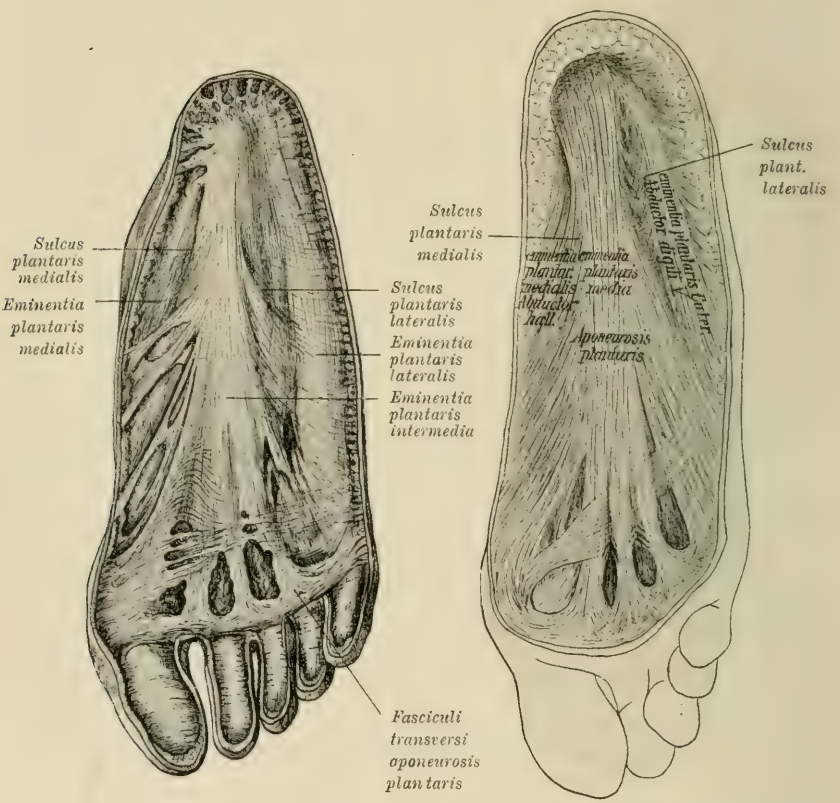


Fig. 103 nach Toldt gezeichnet (Toldt, '03, S. 375). Menschliche Plantaraponeurose. 3/4.
Fig. 104. Aponeurosis plantaris des Menschen nach Sobotta ('04, S. 208, Fig. 29) gezeichnet. 3/4.

verlor und damit die Reduktion antrat, in der wir ihn finden. Jene Funktion besteht aber, wie uns manche Säugetiere lehren, bei denen er sehr ausgebildet vorkommt, in seinem Verhalten zur Plantaraponeurose, in die er seine Endsehne übergehen läßt, so daß er dadurch als ein Plantarflexion bewirkender Muskel erscheint.«

An einer andern Stelle drückt sich Gegenbaur noch deutlicher

aus ('99, S. 465). Er sagt: bei den Affen geht die Endsehne des M. plantaris »über den Calcaneus weg in die Plantaraponeurose über«.

Wenn man nun die Angaben aller erwähnten Autoren durchmustert, gewinnt man unwillkürlich den Eindruck, als ob die Plantaraponeurose des Menschen ein sehr wenig bekanntes und schwer darstellbares Organ wäre. Auch die Angaben der jüngsten Autoren

Fig. 105.

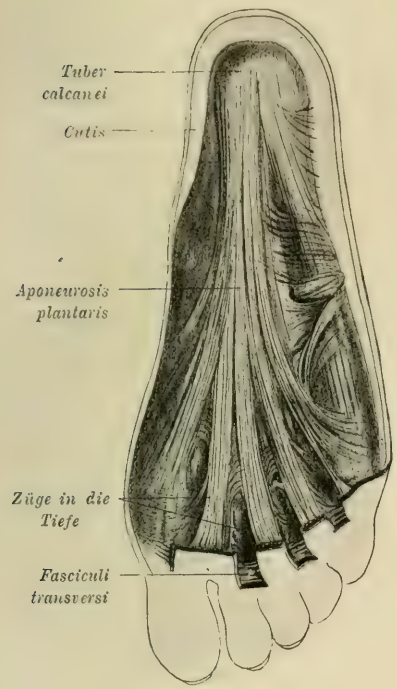


Fig. 106.

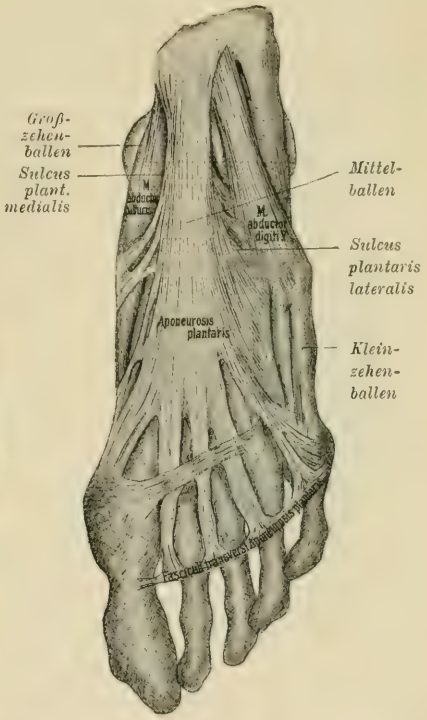


Fig. 105. Aponeurosis plantaris des Menschen nach Spalteholz ('04, S. 352, Fig. 397) gezeichnet. 1/2.

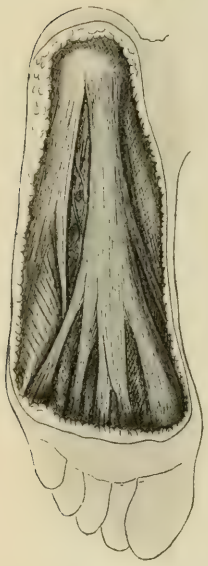
Fig. 106. Aponeurosis plantaris des Menschen nach Rauber und Kopsch ('06, S. 696, Fig. 809) gezeichnet. 2/5.

und vor allem die Bilder in den anatomischen Atlanten divergieren stark. Um dies zu beweisen, erlaube ich mir einige Abbildungen der Aponeurosis plantaris, die ich den anatomischen Atlanten von C. Toldt ('03, S. 375) — Fig. 103 —, Sobotta ('04, S. 208, Taf. 29) — Fig. 104 —, Spalteholz ('04, S. 352, Fig. 397) — Fig. 105 —, Fr. Kopsch ('06, S. 696, Fig. 809) — Fig. 106 — und Zuckerkandl (02, S. 272) — Fig. 107 — entnehme, zu reproduzieren. Dieselben

sind möglichst genau nach den Abbildungen der erwähnten Werke gezeichnet. Alle diese Darstellungen sind in einem Zeitraum von drei Jahren erschienen.

Toldt ('03, S. 375) unterscheidet überhaupt nur eine Aponeurose (Fig. 103) ohne Einteilung und nennt sie »Muskelbinde der Fußsohle« oder »Sohlenbinde«. Er deutet aber auf die Ausstrahlungen der Aponeurose zur Haut und auf die »Fasciculi transversi« im Endgebiet hin.

Fig. 107.



Aponeurosis plantaris des Menschen nach Heizman-Zuckerkandl ('02, S. 272) gezeichnet. 1/2.

Nicht sehr genau ist die Zeichnung im Atlas von Sobotta ('04 A, S. 208, Taf. 29). In seiner Beschreibung der Figur ('04 A, S. 208 nud '04 B, S. 205) sagt dieser Autor, daß die Aponeurose nur vier Zipfel, die den vier lateralen Zehen entsprechen, bildet (Fig. 104). Betont werden die stark dargestellten Fasciculi transversi, die die vier Zipfel verbinden.

Die Zeichnung von Spalteholz ('04, S. 352, Fig. 397) Fig. 105 gibt wieder nur eine Aponeurose ohne Einteilung, und von den lateralen Teilen wird hier fast abgesehen. Spalteholz macht jedoch aufmerksam auf die Endbündel, von denen Züge in die Tiefe verlaufen und sich dort an den Ligamenta vaginalia befestigen (Fig. 105). Er erwähnt ferner ebenfalls, daß die Fasciculi transversi zwischen den Hautinsertionen der Endbündel ausgespannt seien.

Die erste Figur, bei der die Zweiteilung der Aponeurose deutlich angegeben ist, gibt Kopsch ('06, S. 696, Fig. 809, Fig. 106). Die Endzipfel der Aponeurose beschreibend ('06, S. 710), macht er darauf aufmerksam, daß »in der Nähe der Metatarsophalangealgelenke sich alle Zacken in je zwei Bündel spalten, welche die Beugesehnen umfassen und an dem Bandapparat der Gelenke sich befestigen«.

Das letzterwähnte Verhalten ist jedoch bei der Zeichnung (Fig. 106) nicht berücksichtigt. Dagegen sehr deutlich, ich mache darauf absichtlich aufmerksam, ist das Verhalten der Zehenzipfel und ihre Verbindung mit den sogenannten Fasciculi transversi aponeurosis plantaris dargestellt.

Die Abbildung von Zuckerkandl ('02, S. 272) ist vielleicht diejenige, die am meisten naturgetreu genannt werden darf, und ich komme später noch auf dieselbe zurück.

β. Resultate meiner Untersuchungen über die Plantaraponeurose des Menschen.

Wie aus dem eben Gesagten zu ersehen, war eine eingehende Untersuchung der menschlichen Aponeurosis plantaris insofern notwendig, als die Angaben über dieselbe recht verschieden und sogar widersprechend sind. Ich untersuchte daher 50 Füße der Leichen, die in der zweiten Hälfte des Wintersemesters 1906/07 auf den Präparierboden des Zürcherischen anatomischen Instituts Verwendung fanden. Von dieser Zahl habe ich 34 selbst präparieren können, während 16 Beobachtungen an Nervenpräparaten verschiedener Studierender gemacht sind. Die ersten 17 mit der größten Sorgfalt präparierten Aponeurosen wurden dann sofort gezeichnet, bei den übrigen begnügte ich mich mit einer genauen Beschreibung unter Hinweis auf die typischen Verhältnisse der gezeichneten Aponeurosen.

Sämtliche Präparate, bei denen ich nicht mit positiver Sicherheit über die Verhältnisse der Aponeurosis sprechen konnte (was durch Eintrocknung des Präparats, nicht genügend sorgfältige Präparation usw. vorkam), wurden aus der Beobachtung entweder ganz, oder auch nur teilweise ausgeschaltet.

Auf Grund meiner Untersuchungen der Aponeurosis plantaris in der Affenreihe glaube ich mit Recht auch bei der menschlichen Aponeurose zwei Teile unterscheiden zu dürfen. Es sind dies die den fibularen und tibialen Strängen der Cerco- und Semnopitheciden entsprechenden Portionen.

Die Aufstellung einer Dreiteilung der Aponeurose ist auf einen Beobachtungsfehler zurückzuführen. Auch bei manchen Affen (bei Macacen, Cerco- und Semnopitheciden) können wir am Calcaneus und zwar an der medialen Fußseite eine Verstärkung der Muskelfascie zu sehnigen, glänzenden Fasern beobachten. Das gleiche findet in einem noch verstärkten Maße beim Menschen statt, darf aber mit der eigentlichen Aponeurose, d. h. mit der phylogenetisch ableitbaren Endsehne des M. plantaris, nicht verwechselt werden. Obwohl Deroque ('94, S. 128) betont, daß die dritte Partie der Aponeurose »de beaucoup la plus importante« sei, nennt er sie doch deutlich »l'aponévrose moyenne«. Die Gründe, aus welchen ich diesen Standpunkt für unrichtig halte, habe ich schon erörtert. Bei

der Beschreibung meiner eigenen Beobachtungen nehme ich daher nur eine Zweiteilung der Aponeurosis plantaris an. Demnach unterscheide ich:

1) Aponeurosis plantaris tibialis sive media und
2) Aponeurosis plantaris fibularis sive lateralis.

1. Aponeurosis tibialis.

Sie stellt jedenfalls den größeren Teil der menschlichen Aponeurose dar. Sich am Tuber calcanei ansetzend, verläuft sie etwa

Fig. 108. Fig. 109.

Fig. 108. Menschliche Aponeurose. Die Länge der Aponeurose im Verhältnis zur Länge des Fußes ist klein. Starker Fasciculus fibularis. 1/3.
Fig. 109. Menschliche Aponeurose. Das Verhältnis der Aponeurosenlänge zur Länge des Fußes ist groß. 1/3.

4—7 cm weit, als verhältnismäßig schmaler Strang, um sich dann zu entfalten. Im metatarsalen Teil des Fußes breitet sich diese Aponeurose stark aus und teilt sich in fünf Bündel, die den einzelnen Zehen entsprechen. Die Länge und Breite der Aponeurose hängt selbstverständlich von den Dimensionen des Fußes ab, jedoch bestehen bedeutende Variationen. Ich versuchte die ganze Länge der Aponeurose (vom Calcaneus bis zum Ende der Zehenbündel) mit der

ganzen Länge des Fußes zu vergleichen. Wenn wir aus diesen beiden Längen einen Index berechnen $\left(\frac{\text{Länge der Apon.} \times 100}{\text{Länge des Fußes}}\right)$, so bekommen wir die Werte 59 und 77 als die extremen Fälle. Wir ersehen daraus, daß die Aponeurose im Vergleich zum Fuß nicht immer die gleiche Länge besitzt. Das zeigen uns auch Fig. 108

Fig. 110.

Fig. 111.

Fig. 110. Menschliche Aponeurose. 1/2.
Fig. 111. Eine sehr breite menschliche Aponeurose. 1/2.

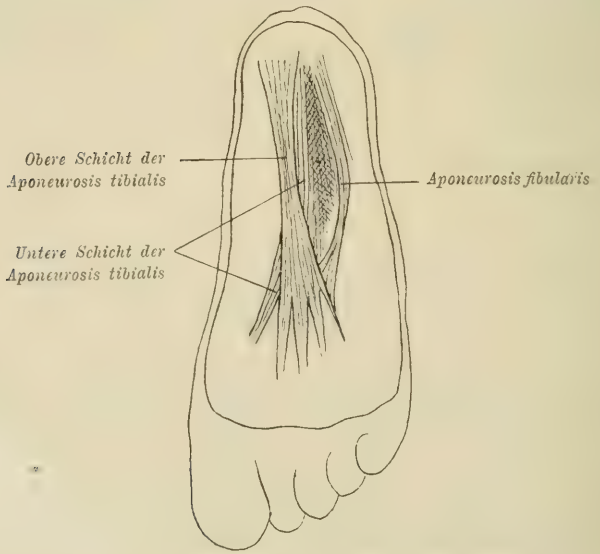
und 109, die bei gleicher Fußlänge eine verschieden lange Aponeurose aufweisen. Der Fig. 108 entspricht der Index 59, während bei Fig. 109 der Index 70 beträgt. Noch stärker variierend ist die Breite der tibialen Aponeurose. Auch sie hängt selbstverständlich von der Konfiguration des Fußes ab; je breiter der Fuß, desto breiter die Aponeurose und umgekehrt. Leider läßt sich für die Breiten-

Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 112. Menschliche Aponeurose mit sehr schmaler oberer Schicht der Aponeurosis tibialis. 1/3.
Fig. 113. Menschliche Aponeurose. Zehe I bekommt ein Bündel von der unteren Schicht, Zehen II III, IV und V von der oberen Schicht der tibialen Aponeurose. 1/3.

Fig. 113 *a*.



Schematische Darstellung der menschlichen Aponeurose.

entwicklung kein festes Maß gewinnen, aber Fig. 111 bestätigt die Richtigkeit des Gesagten.

Wenn wir die tibiale Aponeurose näher betrachten, so bemerken wir zwei Schichtungen von Fasern. Beide beginnen am Calcaneus. Die obere verläuft etwas schräg in der medial-lateralen Richtung und bildet die Zipfel zur zweiten, dritten, vierten und fünften Zehe,

Fig. 114. Fig. 115. Fig. 116.

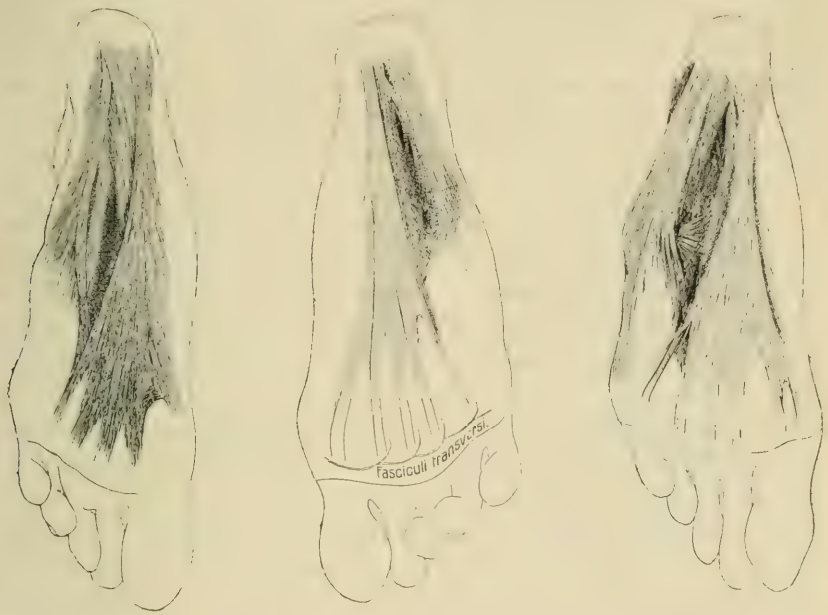


Fig. 114. Menschliche Aponeurose. Das Bündel zur Zehe I wird von der oberen Schicht der Ap. tibialis gebildet. Starker Fasc. fibularis. Im allgemeinen kurze Zehenbündel. Etwa 1/3.

Fig. 115. Menschliche Aponeurose. Lange Zehenbündel. Fasciculi transversi. Fasciculus fibularis fehlt. Etwa 1/3.

Fig. 116. Menschliche Aponeurose. Verlängerung der Ap. fibularis distalwärts von der Tub. met. V. Teilung des Fasc. fibularis in mehrere Bündel. Etwa 1/3.

selten aber zur ersten, während die untere einen mehr lateral-medialen Weg einschlägt, vorwiegend die erste Zehe versorgt und als tiefere Schicht auftritt (Fig. 113*a* und 113). Ich mache besonders auf Fig. 113 aufmerksam, die an die Verhältnisse beim Schimpansen erinnert; auch dort finden wir zwei Schichtungen der tibialen Aponeurose, von denen die obere die Zehen II—V, die untere die Zehe I versorgt. Dies ist aber für *Homo* eine Ausnahme.

Die obere Schicht kann sehr schmal sein (Fig. 112), aber auch bedeutend breiter werden (Fig. 109) oder sogar so überwiegen, daß

dann die untere Schicht gar nicht mehr sichtbar wird. Die obere Schicht kann auch unterhalb des Calcaneus schmal sein (Fig. 112) und erst weiter distalwärts sich ausbreiten. Sie bildet Zipfel zu den Zehen und zwar vorwiegend zu der zweiten, dritten, vierten und fünften Zehe (Fig. 114, 115, 108, 109), oft auch zur Zehe I (z. B. Fig. 114).

Die untere Schicht scheint mir nichts andres zu sein als die verstärkte Ursprungsfascie (Ursprungssehne) der Fußmuskulatur. Vor allem wird hier der M. flexor digitorum brevis in Betracht kommen. Es gesellen sich aber zu dieser verstärkten Fascie Fasern der eigentlichen Aponeurose, so daß sie als eine aponeurotische Bildung auftritt. In der phylogenetischen Reihe möchte ihr etwa die Aponeurosis intermedia entsprechen. In diesem Stadium kann sie auch das Bündel zur Zehe I bilden (Fig. 108, 115).

Die Aponeurosis tibialis als Ganzes sendet viele Fasern zum Großzehballen (Eminentia plantaris medialis) und zum Sulcus plantaris lateralis. Die Fasern verlieren sich dann an der medialen Fußseite in der Fascie und im subcutanen Bindegewebe und bilden beim Sulcus plantaris lateralis das Septum intermusculare der Aponeurose.

Es bleibt mir noch übrig das Endgebiet der tibialen Aponeurose zu beschreiben. Dieses Endgebiet bilden die fünf Zehenzipfel, die zu den Flexorensehnen verlaufen.

Diese Bündel können von verschiedener Stärke und Länge sein; manchmal erreichen sie kaum 1—1½ cm (Fig. 114), während sie andrerseits bis 4 cm Länge haben können (Fig. 115).

Das Bündel der ersten Zehe ist das kürzeste, aber zugleich das breiteste. Seine Länge beträgt 0,8 cm (Fig. 114) bis 4 cm (Fig. 116). Am häufigsten ist es jedoch 2—3 cm lang. Seine Breite variiert zwischen 4 mm (Fig. 117) bis 1 cm (Fig. 116). Ganz am Ende verfilzt es sich mit der Sehnenscheide. Recht häufig teilt es sich in zwei Zipfel, die die Sehne von beiden Seiten umfassen (Fig. 115, 116). Dies geschieht etwa in 87 % aller Fälle. Die Bündel, die zur zweiten, dritten und vierten Zehe führen, unterscheiden sich nicht stark voneinander, so daß ich sie zusammen behandeln kann, da es keinen Sinn hat alle die kleinen individuellen Details zu berücksichtigen. Die Länge dieser Bündel ist bei einer und derselben Aponeurose fast die gleiche. Sie beträgt 1½ (Fig. 117) bis 3½ cm (Fig. 118). Ihre Breite schwankt zwischen 4—7 mm. Auch diese Bündel verwachsen mit den Sehnenscheiden oder sie teilen sich im

Endgebiet in zwei Zipfel, die die Sehne umgeben. Fig. 111 zeigt uns einen Fall, wo alle Bündel deutlich ungeteilt endigen, während wir auf Fig. 110 alle drei mittleren Zehenbündel geteilt sehen. Das zweite Zehenbündel spaltet sich am Ende etwa in 26 % der Fälle, das dritte in 21 % und das vierte in 43 %.

Wir gehen nun zum letzten Bündel über, das der fünften Zehe entspricht. Dieses Gebilde ist ziemlich stark reduziert, aber dennoch regelmäßig vorhanden. Deroque ('94, S. 129) beschreibt dasselbe

Fig. 117. Fig. 118.

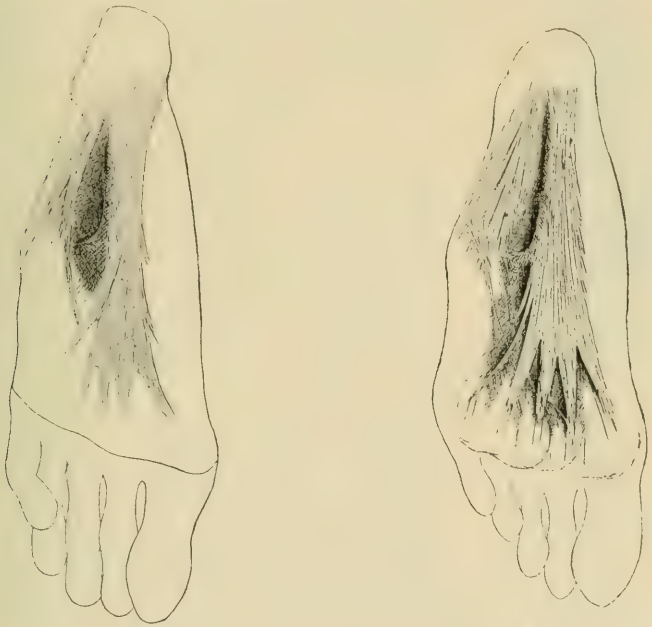


Fig. 117 und 118. Menschliche Aponeurosen. 1/3.

als »une petite cordelette fibreuse détachée du bord externe de l'aponévrose un peu en avant de la partie moyenne«.

Die Variation dieses Gebildes ist sehr groß. Die Länge beträgt 2—5 cm, die Breite $^1/_2$—4 mm. Die kurzen Bündel (Fig. 117, 114) sind gewöhnlich breit, jedoch kommen auch kurze und zugleich sehr schmale Bündel vor (Fig. 116). Dagegen sind die längsten Formen (Fig. 118, 119) zugleich die schmalsten. Nur sehr selten ist dieses Bündel am Ende ungeteilt, gewöhnlich spaltet es sich in zwei Zipfel (74 %), die die Flexorensehne umgeben.

Nach Toldt ('03, S. 374), Spalteholz ('04, S. 352), Sobotta ('04,

S. 208) und Korsch ('05, S. 696) treten die Zehenbündel in Verbindung mit transversalen Fasern, den Fasciculi transversi aponeurosis plantaris (Fig. 89, 91, 92). Ich war aber in keinem einzigen Fall imstande, die Richtigkeit dieser Angaben zu bestätigen. Etwa über den Metatarso-phalangeal-Gelenken verläuft ein glänzendes transversales Sehnenbündel; jedoch stehen die Zehenbündel nie mit diesem transversalen Zug in Verbindung.

Dieser ist nach meinen Untersuchungen ein schwacher sehniger Zug von zäher Konsistenz, dessen Aufgabe darin besteht, die starken Plantaballen etwas zusammenzuhalten. Er liegt tief in subcutanem Fett- und Bindegewebe eingebettet und variiert stark, was Ursprung und Verlauf anbetrifft.

Fig. 119.

Menschliche Aponeurose. Die Ap. tibialis ist recht schmal. Fasc. fibularis äußerst schwach. 1/3.

In den meisten Fällen entspringen von der ersten, zweiten, dritten, zuweilen auch von der medialen Seite der vierten metatarsophalangealen Gelenke feste, aber dünne Faserzüge, die aus der Tiefe kommend bogenförmig lateralwärts verlaufen. Dabei erreichen meistens die Fasern des einen Bogens die des andern und bilden so einen kontinuierlichen sehnigen Zug, der sich erst im subcutanen Bindegewebe lateral von der fünften Zehenwurzel verliert (Fig. 118). In einem Fall konnte ich ein recht merkwürdiges Verhalten dieses transversalen Zuges beobachten (Fig. 120). Von der Sehne des M. abductor digiti V entsprang in der Metatarsalregion ein Faserbündel, das dann abwärts verlief. Anderseits entsprang lateral an der Gelenkkapsel der Zehe V ein transversaler Faserzug. Die beiden Züge vereinigten sich, bildeten ein ziemlich ansehnliches Bündel, das bis zur medialen Fußseite verlief, ohne Ansätze zu gewinnen. Der ganze transversale Zug verlief also in der dem normalen Verhalten gegenüber entgegengesetzten Richtung. Der M. abductor digiti V gewann durch seinen Sehnenteil einen gewissen Einfluß auf das ganze Gebilde.

Zu diesem sehnigen transversalen Zuge gesellen sich oft bindegewebige Fasern, die parallel verlaufen.

Ich glaube damit gezeigt zu haben, daß die von Toldt ('03, S. 375), Sobotta ('04 a, S. 208) und Spaltholz ('04, S. 352 sogenannten »Fasciculi transversi aponeurosis plantaris« mit der eigentlichen Aponeurose nichts Gemeinsames haben und dies um so weniger, als, wie ich schon erwähnt habe, die Zehenbündel der Aponeurose sich mit diesem Zuge nicht verbinden. Es scheint mir daher die Bezeichnung dieser Faserzüge »Fasciculi transversi aponeurosis plantaris« nicht zulässig. Ich möchte vorschlagen für diesen sehnigen Zug den gleichen Namen einzuführen, den Grapow nach Braune ('87) einem entsprechenden Faserzuge der Palma gegeben hat, nämlich »Ligamentum natatorium«.

Fig. 120.

Menschliche Aponeurose. Starke Fasciculi transversi. 1/3.

Da jedoch meiner Ansicht nach dieses «Ligamentum natatorium pedis« gar keinen Zusammenhang mit der Plantaraponeurose besitzt, will ich mich mit diesen wenigen Bemerkungen begnügen.

Auf etwas andres sei aber noch aufmerksam gemacht.

Wenn wir das Endgebiet der menschlichen Plantaraponeurose betrachten, so sehen wir oft die einzelnen Zehenbündel durch schwache transversale Züge verbunden (Fig. 118). Das sind nun Gebilde, die mit Recht den Namen »Fasciculi transversi Aponeurosis plantaris« verdienen. Sie sind aber so unwesentlich und fehlen so oft, daß sie wohl übergangen werden können.

2. Aponeurosis fibularis.

Dieser Teil der Aponeurosis, der von sämtlichen Autoren wenig berücksichtigt wird, bietet einige wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung der Phylogenie der menschlichen Aponeurose.

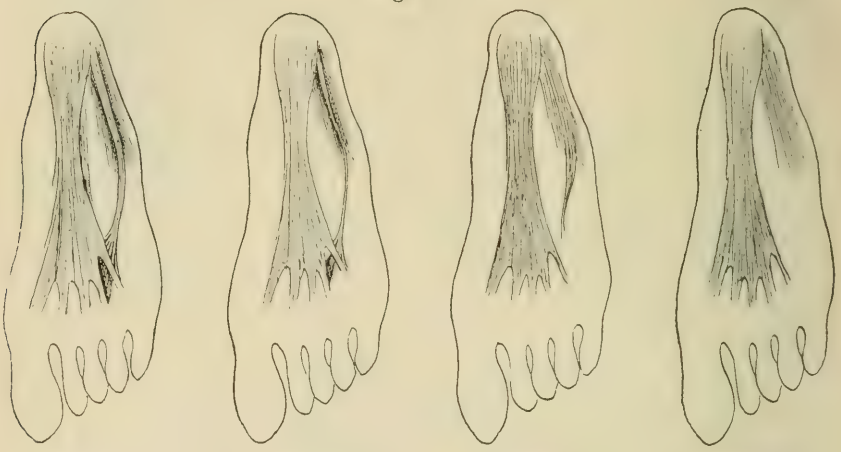
Die Aponeurosis fibularis ist bei den niedrigen Affen die einzige — also die primäre. Aber schon bei den Anthropoiden, wenn sie überhaupt auftritt, kommt sie nur als rudimentäres Organ vor. Das gleiche läßt sich von *Homo* sagen.

Wir wollen zwei Teile der Aponeurosis fibularis unterscheiden: den tarsalen und den metatarsalen Teil.

Die tarsale Fibularaponeurose ist stets vorhanden. Sie entspringt am Calcaneus und verläuft zur Tub. met. V. Die Breite kann variieren zwischen 7 mm und 2 cm (Fig. 116). Sie macht den Eindruck einer verstärkten Ursprungsfascie der Kleinzehenmuskel.

Man sieht öfters über diese Faserung ein schmales Bündel hinweglaufen, das etwas gegen die Tub. met. V verläuft und dann noch die metatarsale Region erreicht. Das ist die eigentliche fibulare Aponeurose, die auch ihren metatarsalen Teil bildet (Fig. 113, 114, 117).

Fig. 121.



Schematische Darstellung der Aponeurose beim *Homo*.

Dieses fibulare Bündel zeigt große Ähnlichkeit mit dem gleichen Gebilde beim Schimpansen, ist aber nur ein rudimentärer Überrest und zeigt darum eine große Variabilität. Man kann vier Stadien der Entwicklung oder Rückbildung unterscheiden (Fig. 121).

1) Das fibulare Bündel ist verhältnismäßig wohl entwickelt. Es gelangt im Endgebiet unter das tibiale Bündel der I. Zehe, unter den M. lumbricalis und erreicht die metatarso-phalangeale Gelenkkapsel der IV. Zehe.
2) Das fibulare Bündel hat genau den gleichen Verlauf, ist aber bedeutend schwächer.
3) Das fibulare Bündel ist als winzig kleiner Zipfel vorhanden, erreicht aber nicht mehr das Zehengelenk und endigt mehr oder weniger weit distalwärts in der Metatarsalregion.

4) Das fibulare Bündel fehlt vollständig.

Freilich ist diese Einteilung in gewissem Sinne willkürlich, denn es gibt keine festen Grenzen zwischen den einzelnen Stadien.

Als Beispiel für Stadium 1 sollen Fig. 111, 113 und 114 dienen.

Stadium 2 zeigt eine noch größere Variation; typisch dafür sind Fig. 112 und 107.

Noch mehr Variabilität muß Stadium 3 zeigen. Fibulare Bündel, die nicht bis zu den Zehengelenken hinabreichen, sowie nur ihre geringe Andeutung fallen in diese Kategorie. Ich verweise auf Fig. 120, 119 und 110.

Stadium 4 endlich zeigt ein vollständiges Fehlen der fibularen Aponeurose. Ich weise nur auf Fig. 115 als Beispiel hin.

Es fragt sich nun, wie oft die einzelnen Stadien vorkommen und welches Verhalten wir als das typische für den Menschen ansehen müssen. Folgende Tabelle soll uns davon Rechenschaft geben:

Anzahl der Individuen	Fibularer Strang			
	Stadium I	Stadium II	Stadium III	Stadium IV
	stark	mittelmäßig stark	erreicht nicht die Zehengelenke	fehlt
50	9 18%	19 38%	17 34%	5 10%
	90%			10%

Wir ersehen daraus gleich auf den ersten Blick, daß der fibulare Strang nur selten fehlt (10%) und sein Vorhandensein daher als normal zu betrachten ist.

Merkwürdigerweise hat bis jetzt kein einziger Autor auf dieses phylogenetisch so wichtige Bündel aufmerksam gemacht. Nur im anatomischen Atlas von Heizmann-Zuckerkandl ('02, S. 272) fand ich eine Abbildung, die dasselbe wiedergibt (Fig. 107); eine Beschreibung desselben liegt aber nicht vor.

Noch einige Varietäten in der Ausbildung der menschlichen Plantaraponeurose, die ich beobachten konnte, seien hier kurz erwähnt.

Im tarsalen Teil kann ein Teil der Fasern der tibialen Aponeurose, die vom Calcaneus entspringen, schräg zur fibularen Aponeurose verlaufen (Fig. 115), oder es kann eine quere Faserung entstehen, wie sie uns Fig. 111 zeigt.

Von der Tub. met. V aus können starke Faserzüge kommen und sich in der Aponeurose verlieren (Fig. 111).

Die am meisten interessante Varietät kommt in der metatarsalen Region vor. Die fibulare Aponeurose verlief bei einem Individuum nicht nur zur Tub. met. V, sondern auch weiter den lateralen

Fig. 123.

Fig. 122.

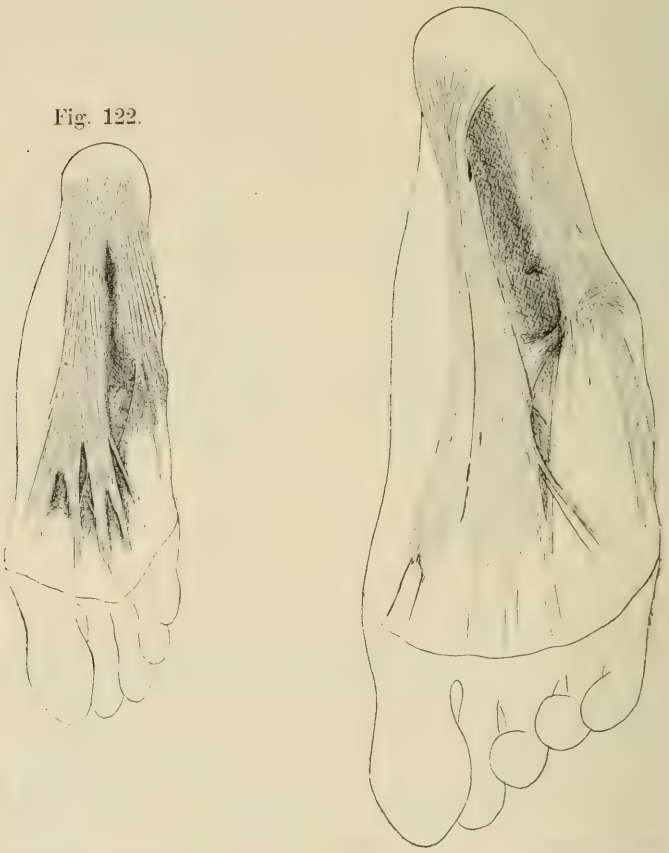


Fig. 122. Menschliche Aponeurose. Teilung der Aponeurosis fibularis in einzelne Bündel. 1/3.
Fig. 123. Menschliche Aponeurose. Teilung der Aponeurosis fibularis in mehrere Bündel. 1/2.

Fußteil entlang (Fig. 116, 122, 123). Dieser Faserzug zerfiel (Fig. 123) in drei einzelne Bündelchen, von denen jedes sich mit einer kleinen Muskelportion des Abductor digit. V verband. Dieser Muskel zerfiel somit in eine Anzahl von kleinen Muskelchen, von denen jedes sein aponeurotisches Bündel besaß. Diese Variation konnte ich bei ein und demselben Individuum beiderseits nachweisen.

Zusammenfassung.

Ich halte es für zweckmäßig, die Hauptergebnisse meiner Untersuchung noch einmal zu wiederholen. Ich will mich dabei nur auf das Wesentlichste beschränken, da ich ja für jede einzelne Familie einen kurzen Überblick schon gegeben habe.

Die Plantaraponeurose erscheint, vom phylogenetischen Standpunkt aus, als Ansatz der Plantarissehne an der Planta pedis. Auch bei den Primaten können wir noch den Zusammenhang beobachten. Bei niederen Affen (Lemuren) überspringt die Endsehne des M. plantaris noch frei den Tuber calcanei. Bei den Cercopitheciden tritt eine teilweise Trennung ein, indem die Plantarissehne am Tuber calcanei einen sekundären Ansatz gewinnt, aber trotzdem mit dem distalwärts gelegenen Teile im Zusammenhang bleibt.

Die vollständige Trennung des Muskels von der Aponeurose tritt erst bei den Anthropoiden (Schimpanse) auf und ist eigentlich erst beim Menschen als Regel zu betrachten.

Die phylogenetische Entwicklung der Plantaraponeurose in der Primatenreihe verläuft folgendermaßen:

Bei *Galago* erscheint sie als eine breite Endsehne des M. plantaris, die frei über die Tarsalregion verläuft (Fig. 13) und sich erst in der Regio metatarsalis teilt. Der eine Teil verläuft zur Zehe I und bildet so ein Bündel, den Fasciculus hallucis, während die andern Bündel bis zur metatarso-phalangeal-Region verlaufen. Schon bei den echten Lemuren finden wir, gegenüber dem eben geschilderten Zustand, auffallende Veränderungen. Die eigentliche Aponeurose beschränkt sich bei diesen Tieren (Fig. 13) immer mehr auf den fibularen Teil. Die tibiale Seite der Plantaraponeurose wird allmählich abgeschwächt und der von dort entspringende Fasciculus hallucis vollständig reduziert. In diesem Stadium finden wir die Aponeurose bei den Cercopithecinen (Fig. 63 I).

Mit den erörterten Veränderungen gehen Hand in Hand:

1) eine sekundäre Verwachsung der Plantarissehne am Tuber calcanei,
2) eine sekundäre Insertion an der Tuberositas metat. V.

Nach der Reduktion der Plantaraponeurose verliert diese letztere ihre ursprüngliche Funktion, die darin besteht, die Haut der Sohle anzuspannen. Der M. plantaris, der diese Funktion ausgeübt hat, verliert einen Teil seiner Aufgabe. Durch die Verfilzung und Verwachsung seiner Endsehne am Calcaneus wird sein Einfluß auf die

Aponeurose geringer, und der Muskel selbst wird immer mehr zu einem Flexor pedis. Die Verwachsung am Tuber calcanei tritt nicht plötzlich, sondern nur ganz allmählich ein.

Was den früher erwähnten Ansatz an der Tub. met. V anbelangt, so sei hervorgehoben, daß er zugleich mit der Verfilzung am Calcaneus auftritt. Anfänglich ist dieser sekundäre Ansatz auch nicht deutlich.

Innerhalb der Familie der Cercopithecinen können wir nun folgende Zustände verfolgen, die zur Erklärung einiger sich phylogenetisch vollziehender Vorgänge dienen:

1) Entstehung und Ausbildung der Apon. tibialis,

2) eine Zweiteilung der Aponeurose in der Regio tarsalis,

3) Entstehung des Fasc. transv. digiti I (Fasc. hallucis).

Der wichtigste Vorgang ist die Ausbildung der Apon. tibialis. Bei den niederen Cynocephaliden, Macacen und Cercopitheciden finden wir noch keine Spur von dieser Bildung (Fig. 63 I). Erst allmählich sehen wir medial vom fibularen Strang Fasern entstehen, die sich schließlich zu einem zweiten Strang — der Apon. tibialis — gruppieren (Fig. 63 II, III, IV). Diese Apon. tibialis ist anfänglich nur schwach, wird dann immer stärker, gelangt im Endgebiet an die Apon. fibularis und gewinnt auf diese Weise eine dominierende Stellung (Fig. 63 V).

Zugleich mit der Ausbildung der Apon. tibialis entsteht aus der medialen Faserung (Apon. intermedia) ein Bündel (Fig. 64), das quer durch den Fuß unter der Apon. tibialis zur I. Zehe verläuft. Auf solche Weise wird dieser Fasc. transv. digiti I (Fasc. hallucis) von der Apon. tibialis bedingt, braucht aber nicht immer dort vorzukommen, wo die Apon. tibialis ausgebildet ist.

Von den höheren Formen schließt sich an die Cercopithecinen am nächsten der Schimpanse an.

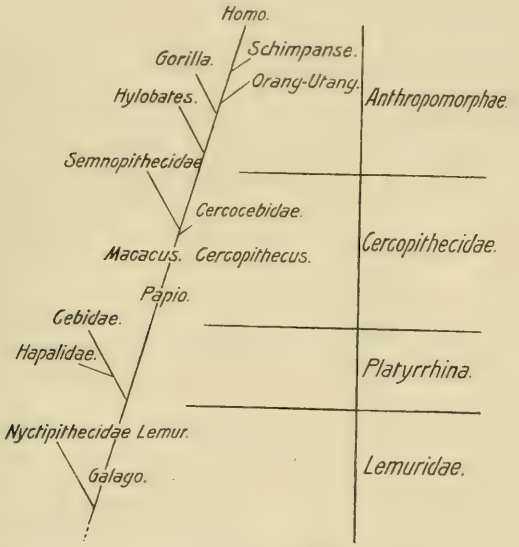
Der M. plantaris steht bei diesem Tier in den meisten Fällen (S. 287) nicht mehr mit der Aponeurose in Verbindung. Diese letztere (Fig. 98 oder 101) zeigt eine bedeutende Rückbildung des fibularen Stranges, dagegen tritt die Apon. tibialis viel stärker hervor. Der größere Teil der Planta wird von ihr bedeckt: die Apon. fibularis ist nur noch ein rudimentäres Organ.

Es ist nun recht wichtig, darauf hinzuweisen, daß die menschliche Aponeurose sich ohne weiteres an diejenige des Schimpansen anschließt. Ich fand nämlich innerhalb meines Untersuchungsmaterials, daß die Apon. fibularis beim Menschen fast in gleicher Stärke ent-

wickelt vorkommt. In etwa 18% der Fälle fand ich sie als einen rudimentären, aber ziemlich starken Strang, der bis zum Gelenk der Zehe IV verlief (Fig. 121 I). In 36% war sie etwas schwächer, schmäler, verlief aber ebensoweit abwärts (Fig. 121 II). In 34% ist die Apon. fibularis so reduziert, daß sie nicht mehr die Metatarsophalangeal-Region erreicht (Fig. 121 III), und nur in 10% fehlt der Endteil der Apon. fibularis vollständig (Fig. 121 IV).

Demnach ist anzunehmen, daß beim Menschen in 90% der Fälle der untere Teil der Apon. fibularis mehr oder weniger stark entwickelt vorkommt.

Fig. 124.



Schematische Tabelle der Beziehungen, welche die einzelnen Familien der Primaten in bezug auf die Plantaraponeurose zueinander einnehmen.

Der tibiale Teil der Aponeurose ist stark ausgebildet. Etwas medialwärts tritt die untere Schichtung hervor, die der Apon. intermedia der Cercopitheciden entsprechen dürfte (z. B. Fig. 58, 60).

Das quere Bündel der Zehe I (Fasc. hallucis) der Cercopithecinen, das unter der Apon. tibialis zur Zehe verlief, ist mit den Veränderungen am Fuß, d. h. der Parallelstellung der Zehen, nach unten gerückt und erscheint den andern Zehenbündeln homolog. Auch beim Menschen ist oft deutlich zu sehen, wie das Bündel der Zehe I von einer tieferen Faserschicht herstammt. Durch das Zusammenrücken der Apon. intermedia und der Apon. tibialis (Fig. 113 *a*) er-

scheint diese letztere zweischichtig, da sie die Apon. intermedia größtenteils bedeckt.

Die Platyrrhinen, Semnopitheciden und auch die meisten Anthropoiden (*Hylobates*, Orang-Utan, Gorilla) fallen, was die Aponeurosis plantaris anbelangt, nicht in die direkte Entwicklungsreihe des Menschen. Sie sind als Entwicklungszweige aufzufassen, die sich mehr oder weniger weit von dem menschlichen Entwicklungsstamm entfernt haben.

Diese gegenseitige Stellung der einzelnen Primaten ist auf Fig. 124 zur Darstellung gebracht. Dabei ist zu beachten, daß links alle entfernteren Zweige angegeben sind, während wir rechts die Namen derjenigen Tiere, die mehr oder weniger in die menschliche Entwicklungsreihe fallen, vorfinden.

Zu meinem großen Bedauern war ich nicht imstande, in dieser Arbeit Plantaraponeurosen andrer Rassen zu berücksichtigen. Ich kann daher auch leider die Frage nicht beantworten, wie sich dieses morphologische Gebilde bei den verschiedenen menschlichen Varietäten verhält.

Literaturverzeichnis.

Albini, Bernardi Siegfriedi, Historia musculorum hominis. Francofurti et Lipsiae 1784.

Barnard, Observations on the membral musculation of Simia satyrus and the comparative myology of man and the apes. Proceed. of the Americ. Association for the advancement of Science. 24th Meeting. August 1875.

Bischoff, Th. L. W., Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und zur vergleichenden Anatomie der Muskeln der Affen und Menschen. Abhandl. der köngl. bayr. Akademie der Wissenschaften. II. Kl. Bd. X. 1870.

—— Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Abhandl. der math.-phys. Abt. der königl. bayr. Akademie der Wissenschaften. Bd. XIII. München 1880.

Champney, On the muscles and nerves of a Chimpanzee and a Cynocephalus anubis. Journ. of Anat. and Physiol. 1872. Vol. VI.

Champman, On the structure of the Orang-Utan. Proceedings of the Acad. of natural Science of Philadelphia. 1880.

Chudzinski, Observations sur les Variations musculaires dans les races humaines. Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. 3e série. Tome II. Fasc. 2.

Deroque. Description anatomique de l'aponévrose plantaire. Revue d'orthopédie Paris. Année 5. pag. 128—136.

Ellenberg, W., und H. Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere 1903.

Engel, Josef, Compendium der topographischen Anatomie. Wien 1859.

Forbes, A handbook to the primates. Allens Nat. Library. London 1894.

Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1899.

Grapow, Max, Die Anatomie und physiologische Bedeutung der Palmaraponeurose. Archiv für Anat. und Entwicklungsgesch. 1887. S. 142.

Gray, Henry, Anatomy descriptive and surgical. London 1864.

Hartmann, R., Einige Hauptfascien des Menschen und der anthropoiden Affen. Sitzungsberichte der Ges. naturf. Freunde. Berlin 1878.

Henle, F., Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1871.

Hildebrandt, G. F., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Braunschweig 1789.

Humphry, The Myologie of the Limbs of the Man, the Ai, the Two-toed Antreater, and the Pangolin. Journ. of Anat. and Physiol. Vol IV. pag. 17.

Hyrtl, Josef, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien 1889.

Keith, A., Notes on a theory to account for the various arrangements of the Flexor prof. digit. in the Hand and Foot of Primates. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXVIII. pag. 335.

Kohlbrugge, J. H. F., Muskeln und periphere Nerven der Primaten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anomalien. Verhandl. der K. Akad. v. Wetenschappen. Amsterdam 1897.

Kopsch, F. R., Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1906.

Krause, C. F. T., Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1843.

Leche, W., Bronns Tierreich. Mammalia. Leipzig 1898.

Martin, Paul, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1904.

Meckel, v., J. F., Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle und Berlin 1816.

Schlaginhaufen, O., Über das Hautleistensystem der Primatenplanta unter Mitberücksichtigung der Palma. Morph. Jahrbuch. 1905. Bd. XXXIII. S. 577. Bd. XXXIV. S. 1.

Spalteholz, W., Handatlas der Anatomie des Menschen. Leipzig 1904.

Sobotta, J., A. Deskriptive Anatomie. Lehmanns medizinische Atlanten. München 1904.

—— B. Grundriß der deskriptiven Anatomie des Menschen. München 1904.

Sommer, A., Das Muskelsystem des Gorilla. Jenaische Zeitschrift für Naturw. Bd. XLII. 1906.

Testut, L., Les Anomalies musculaires chez l'homme. 1882.

Toldt, C., Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie. Wien und Leipzig 1897.

—— Anatomischer Atlas. Wien 1903.

Vesalius, A., De humani corporis fabrica. Basileae 1543.

Veslingjus, Johannes, Syntagma anatomicum commentario atque appendice et veterum recentiorum propriusque observationibus illustratum. Amsterdamm 1666.

Weber, Max, Die Säugetiere. Jena 1904.

Zuckerkandl-Heizmann, Deskriptive und topographische Anatomie. Wien 1902.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 194
II. Kurze Darstellung der Aponeurosis bei den Säugetieren . 197
III. Spezieller Teil. Untersuchungen über die Plantaraponeurose in der Primatenreihe.
1) Einteilung und Terminologie 200
2) Untersuchungsmethoden 202
3) Beschreibung der Aponeurosis plantaris.
a. **Prosimiae** 203
aa. Kurze Zusammenfassung der Verhältnisse bei den Lemuroiden 210
b. **Platyrrhine Westaffen** 212
bb. Zusammenfassung der Befunde bei den platyrrhinen Westaffen 221
c. **Catarrhine Ostaffen** 224
α. Cercopithecidae.
Cercopithecinae 224
Zusammenfassung der Befunde bei der Subfam. der Cercopithecinae 251
Semnopithecinae 263
Kurze Zusammenstellung der Verhältnisse bei der Subfam. der Semnopithecinae 273
β. Simiidae 276
Hylobatidae 276
Anthropomorphae 282
Kurze Zusammenfassung der Befunde bei den Anthropoiden 290
d. **Homo** 295
α. Übersicht der bisherigen Angaben 295
β. Resultate meiner Untersuchungen über die Plantaraponeurose des Menschen 305
4) Schlußkapitel.
Vergleichend-morphologische Zusammenfassung 317
5) Literaturverzeichnis 320

Beiträge zur Anthropologie des Kreuzbeines.

Von

Dr. Curt Radlauer

aus Berlin.

Mit 15 Figuren und 7 Kurven im Text und 3 Tabellen als Anhang.

(*Aus dem anthropologischen Institut der Universität Zürich.*)

A. Einleitung.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Rud. Martin habe ich die in vorliegender Arbeit zur Veröffentlichung gelangenden Untersuchungen des Kreuzbeines vom anthropologischen Gesichtspunkte aus angestellt. Bisher waren es hauptsächlich die Gynäkologen, die aus praktischen Gründen mit dem Studium des Beckens und dabei natürlich auch mit der Beobachtung des Kreuzbeines sich befaßten. Schon durch diese Untersuchungen sind nicht nur sexuelle Differenzen, sondern auch einige Rassenverschiedenheiten aufgedeckt worden. Naturgemäß haben auch verschiedene Anthropologen diesem Skeletteile ihre Aufmerksamkeit zugewandt, aber sie beschränkten sich fast ausschließlich auf einzelne und wenige Maßverhältnisse, wodurch die Morphologie dieses wichtigen Skeletteiles natürlich nicht erschöpft ist.

Erschwert wird die Untersuchung des Kreuzbeines dadurch, daß zu den bereits erwähnten Geschlechts- und Rassendifferenzen eine außerordentlich große individuelle Variabilität kommt. Trotzdem habe ich versucht, aus der Fülle der Einzelerscheinungen stets das für die Rasse Charakteristische herauszuheben.

Bei den funktionell überall gleichen Anforderungen, die an das Becken des weiblichen Geschlechts und damit auch an das weibliche Kreuzbein gestellt werden, ist von vornherein anzunehmen, daß sich

zu Rassenuntersuchungen männliche Sacra am besten eignen würden. Leider war ich nicht immer in der Lage, mein Material nach seiner sexuellen Provenienz zu bestimmen, da ich vielfach über isolierte Kreuzbeine ohne Geschlechtsangabe verfügte. Ich möchte daher einigen meiner Schlüsse keine zu große Tragweite beimessen, ehe sie nicht noch durch weitere Untersuchungen an sexuell genau bestimmten Knochen ergänzt und bestätigt worden sind.

Was nun die Rassendifferenzen des menschlichen Sacrum betrifft, so war ich bemüht, neben den Messungen auch durch eine genaue Formanalyse auf eventuelle phylogenetisch niedere Zustände, die sich noch erhalten haben, hinzuweisen, wie die verschiedenen Stadien der Phylogenese aufzudecken. Es ist mir in der Tat auch möglich gewesen, einige Zustände zu finden, die in Anschluß an die Rosenbergsche Theorie (der phylogenetischen Wanderung des Beckens proximalwärts) als niedere beansprucht werden dürfen. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die solche Bildungen besitzenden Rassen im allgemeinen als niedrige zu bezeichnen sind; denn die Anthropologie hat gelehrt, daß es nicht erlaubt ist, nach einem einzigen Merkmal die Menschenrassen zu klassifizieren.

Um aber auch künftigen Bearbeitern des Sacrum durch die Zusammenstellung des bisher Erreichten die Arbeit zu erleichtern, habe ich — soweit sie mir zugänglich war — die gesamte Literatur über diesen Gegenstand durchgesehen und die darin enthaltenen Maße und Beobachtungen mit den meinigen vereinigt. Auf die ontogenetische Entwicklung des Kreuzbeines einzugehen, lag nicht im Rahmen meiner Aufgabe; doch habe ich an passenden Stellen die heute geltenden Anschauungen gelegentlich mitverwertet.

Im folgenden möchte ich zunächst in aller Kürze eine Übersicht der einschlägigen Literatur in chronologischer Ordnung dem Leser vor Augen führen.

H. von Meyer (1863) deutet meines Wissens als erster darauf hin, daß physiologische Einwirkungen z. B. der Körperhaltung auf das Kreuzbein einen formverändernden Einfluß ausüben können. Er weist nach, daß das gewohnheitsmäßige Sitzen mit gekreuzten Oberschenkeln zu bleibender Mißgestaltung führen kann, weil, um hierbei eine Aufrechterhaltung des ganzes Rumpfes zu ermöglichen, in der Lendenwirbelsäule eine seitliche Einknickung ausgeführt wird, deren Konkavität auf der gehobenen Seite liegt. Geschieht das Kreuzen gleichmäßig abwechselnd, bald rechts, bald links, so hebt sich der Einfluß auf die gewohnheitsmäßige Haltung der Lendenwirbelsäule

auf. Geschieht das Kreuzen der unteren Extremitäten einseitig, so ist der Anfang zu weitgehenden Skoliosenbildungen und zu Umformungen des Kreuzbeines gegeben.

Pruner-Bay veröffentlichte 1864 Studien über das Becken in Hinsicht auf die Unterschiede bei den einzelnen Menschenrassen, wobei das Kreuzbein aber kaum der besonderen Erwähnung für würdig gehalten wird. Hingegen beschäftigte sich 1867 Carl Schwartzkopf mit dem Einfluß der Kreuzbeinneigung auf die Gestalt des Beckens. In seiner Dissertation wird das Kreuzbein mit dem Schlußstein eines gemauerten Gewölbes verglichen, der jedoch seine Last nicht auf die Seitenteile des Gewölbes überträgt, sondern gewissermaßen verkehrt eingelassen ist und durch die Ligamenta ileo-sacralia posteriora daran aufgehängt ist. Die Neigung des Kreuzbeines wird nach Schwartzkopf hauptsächlich dadurch bedingt, daß von oben die Wirbelsäule das Sacrum herabdrückt, während die unteren Extremitäten auf die Hüftbeine einen Druck nach aufwärts ausüben. Demnach wäre für die Gestalt des Beckens physiologisch wichtig:

1) der Neigungsgrad der Basis des Kreuzbeines,
2) die Breite der Kreuzbeinflügel,
3) der Convergenzgrad der Seitenflächen des Kreuzbeines.

Dies alles sind Beobachtungspunkte, die in der vorliegenden Arbeit Gegenstand der Untersuchung geworden sind. Höchst willkommen ist uns auch die Dissertation von Karl Görtz über das Becken eines Buschweibes (1868). Beschäftigt sich der Verfasser dort auch nur mit einem einzigen Kreuzbein, so ist die Beschreibung und Messung dieses Objektes doch mit großer Ausführlichkeit vorgenommen worden. Durch einige Bemerkungen J. Henles (Handbuch der Knochenlehre des Menschen, 1871) wurde ich veranlaßt, die Breite zwischen den Foramina sacralia anteriora zu messen, da dieser Autor behauptet, daß sich die Breite zwischen je zwei zum gleichen Wirbel gehörenden vorderen Kreuzbeinlöchern gleich bleibe, dergestalt, daß die Foramina vorn und hinten in parallelen Reihen liegen sollten. Was in dem gleichen Buche Henle über die Ossificationsverhältnisse sagt, habe ich in einem späteren Kapitel dieser Arbeit behandelt. In H. G. Bronns »Klassen und Ordnungen des Tierreichs« (1874—1900) waren mir die ausführlichen Angaben über die Wirbelanzahl des Kreuzbeines bei den verschiedenen Säugetieren gelegentlich der Besprechung der Phylogenese des Sacrum von großem Nutzen. Topinard gibt in seinen 1875 erschienenen Arbeiten »Le bassin chez l'homme et les animaux« und »Sur la largeur du

bassin féminin« vergleichend-anatomische wie anthropologische Aufschlüsse über das Becken, wobei aber leider das Kreuzbein mit wenigen Worten abgefertigt wird. Richtunggebend für manche Schlüsse meiner Arbeit wurde jedoch die grundlegende Studie Emil Rosenbergs über die Entwicklung der Wirbelsäule, die im Jahre 1875 erschienen ist und in der Rosenberg seine Theorie von der phylogenetischen Wanderung des Beckens proximalwärts aufstellte. Er ging dabei von einer Homologie der numerisch an der Wirbelsäule gleichgestellten Wirbel aus. Erst sekundär erhalten die Wirbel als Folgen einer Anpassung an ihre später verschiedenen funktionellen Aufgaben ihr differenziertes Aussehen. Und eben aus den damit zusammenhängenden Formumgestaltungen rekonstruierte der Autor eine phylogenetische Wanderung des Beckens. Durch vergleichend-anatomische Untersuchungen wies er nach, daß auch bei der Entwicklung des menschlichen Kreuzbeines ein Umbildungsprozeß stattfindet, der mehr Wirbel betrifft, als in den einzelnen Stadien des Prozesses im Sacrum enthalten sind. Das Fortschreiten dieser Umbildung kommt dadurch zustande, daß die am proximalen Ende des betroffenen Abschnittes befindlichen Wirbel nach Entfaltung ihres costalen Elementes ins Sacrum hinübergeführt werden und, im Gegensatz zu der Neuaufnahme, am distalen Ende des jeweilen bestehenden Sacrum auf dem Wege der Reduktion eine gleiche Anzahl von Wirbeln aus demselben austreten und damit in die Caudalregion übergehen. A. M. Paterson hat 1893 in seiner Arbeit »Human Sacrum« jene Studie zum Gegenstand einer ausführlichen, aber wenig kritischen Beurteilung gemacht. Auch neuerdings wird die Rosenbergsche Theorie wieder heiß umstritten. Alfred Fischel hat sich 1906 in seinen »Untersuchungen über die Wirbelsäule und den Brustkorb des Menschen« dagegen ausgesprochen, indem er die Varietäten der Wirbelsäule — ohne irgend ein gesetzmäßiges Prinzip anzuerkennen — von den Verschiedenheiten der embryonalen Segmentierung ableitet. Erst kurz vor Abschluß meiner Arbeit hat Emil Rosenberg eine neue Arbeit veröffentlicht, in der er seine Theorie durch die ontogenetische Beweisführung von neuem zu stützen sucht. (Über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen, 1907.) 1878 kommt H. Welker in seinem Aufsatz »Zur Lehre vom Bau und Entwicklung der Wirbelsäule« zu dem Resultat: je weiter das Sacrum cranialwärts rückt, desto weiter rückt auch die proximale Grenze des Thorax kopfwärts. Ganz kurz wird auch das Kreuzbein 1879 von E. Maurel in der Schrift »Sur un

bassin de femme coolie« behandelt. Im selben Jahre weist dann Chr. Aeby nach, daß in der Ontogenese Kreuzbein und Steißbein auffallend gleichmäßig wachsen. Die Länge der beiden Skeletabschnitte zusammen beträgt in allen Altern fast genau $^1/_4$ der Länge der freien Wirbelsäule. Im Jahre 1880 führt W. Krause in seinen »Anatomischen Varietäten« verschiedene Rassendifferenzen am Sacrum an, die bei Gelegenheit zur Sprache gebracht werden. Gleichzeitig beginnt C. Hennig mit der Publikation seiner umfassenden Forschungen. Die Studie »Das kindliche Becken« bietet zahlreiche Beiträge zur Ontogenie des Sacrum. Weitere Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte des Schulter- und Beckengürtels macht R. Wiedersheim im Jahre 1890 und gleichzeitig veröffentlicht C. Hennig anthropologische Betrachtungen über das Becken der Mongolinnen und der Amerikanerinnen. Seine Abhandlung ist insofern für uns von Nutzen, als er feststellt, daß bei diesen Rassen der sagittale Durchmesser des Beckens den queren, der teilweise aus der Breite des Kreuzbeines resultiert, ähnlich wie bei Kindern und Tieren übertrifft. Der Verfasser glaubt, da dies auch bei den negroiden Rassen zutrifft, eine geringe Breitenentwicklung des Sacrum vielleicht als niedrige phylogenetische Stufe bezeichnen zu können. Carl Martin verzeichnet 1881 die Unterschiede an weiblichen Becken bei verschiedenen Menschenrassen. Wertvoller für uns ist jedoch seine im gleichen Jahre herausgegebene Betrachtung von Rassenbecken beider Geschlechter, worin er zu dem Schlusse kommt, daß die Form des Kreuzbeines der Europäerinnen besonders breit, bei Australierinnen und bei Buschmänninnen hingegen besonders schmal erscheint.

Bei Behandlung der Phylogenese des Sacrum müssen wir auch die 1882 erschienene Arbeit »Über das Becken der Fische« von R. Wiedersheim berücksichtigen. J. G. Garson definierte 1882 die Messungsmethode von Länge und Breite am Kreuzbein. Auch ich bin nach den von ihm angegebenen Prinzipien verfahren. Zwei Jahre später arbeitete H. Ploss eine Verständigung über ein gemeinsames Verfahren zur Beckenmessung aus und gab dabei eine Zusammenstellung der bis dahin üblichen Maße am Kreuzbein. Paul Schröters im Jahre 1884 publizierte anthropologische Untersuchungen am Becken lebender Menschen bieten dem Untersucher des Kreuzbeines naturgemäß nur wenig Materialien. Auch die Arbeit von C. Hennig, der im folgenden Jahre über die Beckenneigung bei verschiedenen Volksstämmen berichtet, enthält nicht viel Neues. Im Jahre 1886 hingegen beschenkt uns derselbe Autor mit einer sehr verdienstlichen

Studie über das Rassenbecken, worin er die Maßzahlen der Länge und Breite von 116 Kreuzbeinen mitteilt. H. Fehling (1886) stellt für die weiße Rasse fest, daß der weibliche Sexualcharakter des Kreuzbeines sich bereits zu der Zeit geltend zu machen anfängt, in der das Becken zu verknöchern beginnt. Die Verknöcherung der vorher knorpelig angelegten Wirbelsäule erreicht beim Menschen das Kreuzbein im 5. Fötalmonate. Im Jahre 1888 stellt William Henry Flower in seiner »Osteologie der Säugetiere« wertvolle Betrachtungen über die Synostose der Kreuzbeinwirbel an und befürwortet die Benennung pseudosacrale Wirbel für diejenigen Wirbel, die in der Sacralregion einer direkten Gelenkflächenverbindung mit dem Ileum ermangeln. Der Autor will schließlich den Begriff »Kreuzbein« dahin definiert wissen, daß die hintere Grenze der Sacralregion nicht durch die Verschmelzung der verschiedenen Knochenstücke — die nach dem Alter schwankend sein kann — zu bestimmen ist, sondern durch die Anheftungsstelle der vom Sitzbein zum Kreuzbein verlaufenden Bänder. Emil Moser behandelt 1889 das Wachstum der menschlichen Wirbelsäule. Dasselbe vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus versucht J. M. Schnell 1890 in seiner Dissertation. Im Jahr 1891 beschreibt M. Chudzinski das Sacrum eines Enthaupteten, wobei er als besondere anatomische Kuriosität die Umgestaltung des Canalis sacralis in eine offene Rinne hervorhebt. Im gleichen Jahr untersuchte er ferner das Sacrum eines Schimpansen, das aus sieben Wirbeln besteht. Nach seinen Angaben hat er bei zahlreichen untersuchten Anthropoiden stets nur Sacra von fünf oder sechs Wirbeln gefunden, also noch niemals die Zahl von sieben beobachtet. Er kommt zu dem Schlusse, daß in dem vorerwähnten Falle der siebente Sacralwirbel nur der erste Wirbel des Steißbeines sei, der mit dem Sacrum mittels seiner Processus transversi durch Synostose verbunden ist.

Eine umfangreiche, aber wenig exakte Monographie über das menschliche Kreuzbein lieferte A. M. Paterson (1893). Auf diese Arbeit werden wir noch öfter im Verlauf unserer Untersuchungen zurückkommen. Seine Studie behandelt die verschiedenen Charakteristika des menschlichen Kreuzbeines, seine Abweichungen von der gewöhnlichen Form und sein Größenverhältnis im Vergleich zu andern Regionen der Wirbelsäule beim Menschen und bei mehreren Säugetieren, ferner seine Beziehungen zum Spinalnervensystem und seine Verknöcherung. Auch werden in seiner Arbeit, die sich auf 265 Kreuzbeine Erwachsener und auf zahlreiche fötale Wirbelsäulen erstreckt,

der Sacralindex und die Sacralkurve behandelt. Seine Schlußfolgerungen gipfeln:

1) in der Negierung der Theorie von der Einschaltung und Ausschaltung einzelner Wirbel in die verschiedenen Regionen der Wirbelsäule,
2) in der allerdings logisch unrichtigen Beweisführung gegen die Rosenbergsche Anschauung von der phylogenetischen Verkürzung der Wirbelsäule und in der ebenso auf falschen Schlußfolgerungen beruhenden Annahme der caudalwärts gerichteten Wanderung des Beckens,
3) in der Berechnung und daraus resultierenden Gruppierung verwandter Sacralindices. Hiernach ist das menschliche Kreuzbein vorwiegend breiter als lang, wie ja schon früher bekannt war. Das weibliche Kreuzbein ist relativ breiter als das männliche. Die menschlichen Rassen teilt Paterson nach dem Sacralindex in drei Klassen:
   a) in solche, die ausgesprochen dolichohierisch sind mit einem Sacralindex unter 100. Diese Klasse umschließt die Hottentotten und Buschmänner,
   b) in solche, die man sub-platyhierisch nennen kann mit einem Index zwischen 100 und 106. Diese Klasse umschließt die Andamanen, Australier, Chinesen, Tasmanier und Neger,
   c) in solche, die deutlich platyhierisch sind mit einem Index über 106. Diese Klasse umschließt die Amerikaner, die alten Ägypter, die Melanesier, Polynesier, Hindu, Europäer und noch einige weitere von ihm untersuchte kleinere Gruppen.
4) in der Untersuchung von 236 Fällen der Sacralkurve. Hiernach ist die Kurve gewöhnlich am tiefsten gegenüber dem dritten Sacralwirbel und ist unterhalb dieses Punktes mehr gekrümmt als oberhalb. Dies trifft bei beiden Geschlechtern und bei allen Rassen zu. Die wirkliche Tiefe der Kurve, d. h. die Höhe der Krümmung, ist beim männlichen Geschlecht größer als beim weiblichen, ohne Rücksicht auf die absolute Größe des Kreuzbeines. Die Höhe der Krümmung ist am größten bei den Europäern und scheinbar größer bei den europäischen und mongolischen Rassen als bei den Negern und Polynesiern.

R. Havelock Charles untersuchte 1894 das Material aus der anatomischen Sammlung der medizinischen Fakultät der Universität Lahore (Indien). Die untersuchten Objekte umfassen verschiedene Typen, indem darin Knochen mehrerer Rassen und Kasten der Ein-

geborenen sich vorfinden. Für die Phylogenie des Kreuzbeines wichtig erweist sich die 1895 erschienene Arbeit von Hermann Adolphi über Variationen der Wirbelsäule anurer Amphibien. Es wirft diese Arbeit neues Licht auf die Genese des Kreuzbeines, indem nachgewiesen wird, daß bei *Pelobates fuscus*, *Rana esculenta* und bei *Palaeobatrachus* (fossiler Frosch) der Körper eines proximal gelegenen Wirbels mit dem bereits bestehenden Kreuzbeine zu verschmelzen sucht, während seine Querfortsätze zunächst noch von der sacralen Funktion ausgeschlossen bleiben. Später findet derselbe Autor bei Betrachtung der Wirbelsäule zweier Hunde ein ähnliches Verhalten, indem nämlich das Kreuzbein bei einem dieser Exemplare um ein Segment mehr proximal liegt als es der Norm entspricht. Im Jahre 1896 schrieb Paul Römer über die Anthropologie des Beckens eine Dissertation, in der fünf sundanesische Becken nach dem zum Zweck anthropologischer Untersuchungen von H. Fritsch (1878) für das skeletierte Becken aufgestellten Schema gemessen und beschrieben wurden. Ein Jahr darauf beschäftigte sich F. A. Kehrer mit der Phylogenie des Beckens, während L. Prochownick die Beckenformen der Anthropoiden zum Gegenstand einer Untersuchung machte. Er legt in dieser Arbeit die Verschiedenheiten zwischen Menschen- und Affenkreuzbein fest. Die letztgenannten haben:

1) kein Promontorium,
2) eine beträchtliche Länge und Schmalheit des Kreuzbeines,
3) keine Konvexität der Vorderfläche,
4) deutliche dorsale Konvexität,
5) eine geringe Beteiligung der Sacralwirbel am Ileo-Sacralgelenk.

Prochownick findet die größte Menschenähnlichkeit im Sacrum der Hylobatiden (*Gibbon*), jedoch nur dann, wenn man das Kreuzbein für sich allein betrachtet. Im Jahre 1898 gibt uns J. Kollmann in seinem »Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen« interessante Ausführungen über die Ontogenie des Kreuzbeines, die wir im gegebenen Kapitel noch berühren werden. Auf gleichem Gebiet bewegt sich auch die im nächstfolgenden Jahre von Arthur Thomson herausgegebene Arbeit über die geschlechtlichen Verschiedenheiten des fötalen Beckens, worin der Verfasser in der Hauptsache das Verhältnis des Sacrum zum Beckeneingange behandelt, sowie auch die absoluten Dimensionen des Sacrum in Beziehung zum Becken als Ganzes bringt. Seine Maße sind deshalb von Interesse, weil ein Vergleich zwischen den fetalen und erwachsenen Reihen zeigt, daß während des Wachstums die relativen Verhältnisse dieses Skeletteiles

nur kleine Veränderungen erfahren. Indessen sind weitere Untersuchungen mit speziellen Methoden notwendig, ehe diese Resultate als endgültig angesehen werden können. Über den Sacralindex sprach J. Cunningham in Bradford 1890, und sein Vorschlag zur Messung der wahren Länge des Kreuzbeines wurde in der vorliegenden Arbeit befolgt. Im Jahre 1901 stellte Hans Gadow ausführliche Statistiken über die Zahl der prä- und postsacralen Wirbel bei Amphibien und Reptilien zusammen. Auch verdanken wir ihm genaue Beschreibungen der Sacralregion dieser Tierklassen. Chipault bietet im gleichen Jahre mit seiner Anatomie des Sacralkanales fast nichts, was für den Anthropologen von Interesse wäre. Über einige seltene Variationen an der Wirbelsäule des Menschen berichtet J. Szawlowski (1902). Er teilt einen Fall mit, bei dem der 30. Gesamtwirbel mit dem Sacrum vollkommen verschmolzen ist, und infolge dieser Verwachsung das Kreuzbein einen Knochenkomplex von sieben Wirbeln darstellt; ein Analogon zu dem bereits erwähnten Falle M. Chudzinskis beim Schimpansen. Eine äußerst merkwürdige Eigentümlichkeit an einem Sacro-Lumbalwirbel beschreibt im selben Jahre Thomas Dwight in seinem Aufsatz: »A transverse Foramen in the last lumbar Vertebra«. Es ist dies ein Beispiel von unvollkommener Differenzierung des costalen Elementes.

Otto Petersen (1905) gab mir die Anregung zur Untersuchung des Kreuzbeines auf eventuell vorhandene Articulationsflächen an seiner Hinterfläche. Im Jahre 1904 und 1905 tritt ein weiterer Gegner der Rosenbergschen Theorie, Ch. R. Bardeen, auf. Derselbe folgert aus Beobachtungen der Wirbelsäule menschlicher Embryonen, daß Variationen der regionalen Gliederung der Wirbelsäule ererbte Zustände seien, die schon früh in der embryonalen Entwicklung auftreten. Bardeens Auffassung nach würde somit bei jeder Rasse im Laufe der Entwicklung die gleiche Frequenz der Variationen an der Wirbelsäule sich zeigen, vorausgesetzt, daß eine hinreichend große Zahl von Individuen untersucht wird. Dieser Ansicht Bardeens hat auch A. Fischel (1906) beigestimmt. Fischel faßt die Varietäten der Wirbelsäule nur als den speziellen Ausdruck einer Variationsfähigkeit des Organismus auf und erblickt darin nicht das Resultat eines bestimmten phylogenetischen Prinzips. Er schreibt darüber (1906, S. 579): »Zwar kann man das Resultat dieser Variationsfähigkeit in manchen Fällen phylogenetischen Vorstufen des Rumpfskeletes gleichstellen — vorausgesetzt, daß unsere phylogenetischen Vorstellungen richtig sind —, aber an sich sind die Variationen doch

nur der Effekt einer allen Organismen innewohnenden Variabilität. Diese wird zwar allem Anscheine nach bis zu einem gewissen Grade von der phylogenetischen Entwicklung beeinflußt, doch nicht von ihr verursacht oder beherrscht. Heute kann man nur sagen, daß es sich um Variationen handelt, die um einen als Norm angesehenen Mittelzustand in ungleichem Grade schwanken.« Zu Bardeen und Fischel gesellt sich als entschiedener Gegner der Rosenbergschen Theorie 1906 Th. Dwight, ohne jedoch Neues beizubringen. Dieser Auffassung ist nun Emil Rosenberg, wie schon erwähnt, in seinen »Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen« 1907, (Morpholog. Jahrbuch, S. 609 bis 659) von neuem entgegengetreten. Gegen Bardeens Behauptung einer caudalwärts gerichteten Verlagerung des Beckens führt er an, daß die topographische Lage von Skeletbildungen in vorknorpeligem Zustande bei relativ frühen embryonalen Stadien durch die Beschaffenheit von Nachbarorganen stark beeinflußt werden könne. Ferner teilt er eigene Beobachtungen an neun embryonalen Wirbelsäulen mit, bei denen jedoch die in Frage kommenden Teile bereits aus hyalinem Knorpel bestehen, und kommt zur Aufstellung folgender Tabelle (S. 640):

Bezeichnung der Embryonen	Alter in Wochen	Formeln der Wirbelsäule
III 3	7	
III 3	8	(1—7) *co* (8—19) *d* (20—24) *l* (25—29) *s* (30—35) *cd*
IV 5	9—10	
III 1	8	
IV 3	9	(1—7) *co* (8—20) *d* (21—24) *l* (25—29) *s* (30—35) *cd*
IV 2	8—9	(1—7) *co* (8—20) *d* (21—24) *l* 25 *ls* (26—29) *s* (30—35) *cd*
IV 1 A	8	(23—24) *dl* 25 *ld* (26—29) *s* (30—35) *cd*
IV 3 A	9—10	(1—7) *co* (8—20) *d* (21—25) *l* (26—30) *s* (31—35) *cd*
II 2	8	(1—7) *co* (8—20) *d* (21—25) *l* (26—30) *s* 31 *scd* (32—32) *cd*

Diese Tabelle ist ein höchst lehrreiches Paradigma dafür, daß die bei der Sacrumbildung beteiligten Wirbel als Ausdruck stattfindender Entwicklung und Umformung aufgefaßt werden dürfen. Unter neun Embryonen hat Rosenberg vier gefunden (44,4%), bei denen der 25. Wirbel der letzte präsacrale Wirbel war und in lumbaler oder lumbo-sacraler Form sich darbot. Unter den übrigen fünf Embryonen, bei denen der 25. Gesamtwirbel als erster Sacralwirbel

bezeichnet werden mußte, weil er auf beiden Körperseiten durch seine Seitenfortsätze kontinuierlich mit der knorpeligen Pars lateralis verbunden war, bekundete sogar bei vier Objekten dieser Wirbel durch seine Form und gewisse Merkmale (Furchen an der Oberfläche der Pars lateralis und andere Reliefverhältnisse) seine relativ späte Umwandlung aus einem Lumbalwirbel in einen Sacralwirbel. Verfasser spricht auch an einer Stelle seiner Arbeit von einer, wenn auch nur geringen, ontogenetischen Lageveränderung des Ileum und weist diese an einer Verschiebung der distalen Grenze der Kontaktfläche nach. Rosenberg betont selbst, daß natürlich alle die Stadien, die phylogenetisch bei fortschreitender Sacrumbildung in den Beziehungen des Beckengürtels zu der Wirbelsäule durchlaufen worden sind, nicht auch noch ontogenetisch nachweisbar seien. So werden wir die ontogenetisch erste Anlagerung des Ileum an der Wirbelsäule schon bedeutend mehr proximal finden als im frühesten Stadium der Phylogenese. Bei einem acht Wochen alten Embryo fand Rosenberg die distale Grenze der Kontaktfläche des Ileum mit der Pars lateralis im Bereich des mittleren Abschnittes des Seitenfortsatzes des 27. Wirbels, während — durch Übergänge vermittelt — in dem spätesten Stadium (Embryo 9—10 Wochen alt) die distale Grenze der Kontaktfläche im Bereich des Seitenfortsatzes des 26. Wirbels sich befand.

Eine Veränderung der proximalen Grenze ist wegen der Unmöglichkeit einer exakten Bestimmung nicht nachzuweisen. Aber selbst angenommen, die proximale Grenze der Kontaktfläche verschiebe sich in demselben Verhältnis wie die distale Grenze, so möchte ich auf meine Beobachtungen von Sacra Erwachsener aufmerksam machen. Sie ergeben, daß die von Rosenberg als ontogenetisch erster Ansatzpunkt des Ileum an die Wirbelsäule bezeichnete Berührung zwischen Ileum und Sacrum — der mittlere Abschnitt des Seitenfortsatzes des 27. Gesamtwirbels — auch beim erwachsenen Menschen in den weitaus meisten Fällen die tatsächlich bestehende distale Grenze der Facies auricularis sacri ist, ebenso wie jener von Rosenberg als spätestes Stadium der Ontogenese bezeichnete Ansatzpunkt des Darmbeines an die Wirbelsäule — die distale Grenze der Kontaktfläche im Bereiche des Seitenfortsatzes des 26. Gesamtwirbels — beim Erwachsenen nicht selten vorkommt. Es handelt sich demgemäß nicht um Formen, die nacheinander in Erscheinung treten, sondern es sind Formen, die nebeneinander existieren. Ob man hiernach von einer wirklichen Verschiebung des Ileum als

solches sprechen kann, scheint mir fraglich; ich meine vielmehr, daß Rosenbergs Beobachtungen nur eine Variation hinsichtlich der Ausdehnung des Kontaktes zwischen Sacrum und Ileum ergeben. Im übrigen wird Rosenbergs Theorie dadurch nicht berührt, da er seine Anschauung nicht in erster Linie durch das Verhalten der ontogenetischen Anlage der Ilea an die Wirbelsäule begründet, sondern seine Theorie aus den Erscheinungen ableitet, die er an den Wirbeln selbst wahrgenommen hat.

In Monographien, Lehrbüchern und Dissertationen brachten außer dem in diesem Kapitel Angeführten noch verschiedene Autoren Einzelheiten über das Kreuzbein, die am betreffenden Ort größtenteils berücksichtigt wurden. Im Literaturverzeichnis habe ich alle mir bekannt gewordenen Schriften über diese Materie zusammengestellt.

Herkunft und Standort der untersuchten Objekte.

Ich habe nahe an 500 Kreuzbeine gemessen und zwar in der anthropologischen, anatomischen und zoologischen Sammlung der Universität Zürich, dann in den Bayrischen Staatssammlungen zu München, im anthropologischen und zoologischen Institut der Universität München, schließlich im königl. Museum für Völkerkunde zu Berlin und in der Rudolf Virchow-Sammlung, sowie an einigen Skeleten der Privatsammlung von Herrn Prof. Dr. Fr. von Luschan in Berlin.

Für meine vornehmste Pflicht halte ich es, auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Rud. Martin, für seine Anregungen und sein hilfsbereites Entgegenkommen aufrichtigen Dank abzustatten. Auch bin ich dem Assistenten des Züricher anthropologischen Laboratoriums, Herrn Dr. Mollison, verpflichtet, der mir in liebenswürdiger Weise mit Rat und Tat behilflich war. Herrn Prof. Dr. Ruge und Herrn Prof. Dr. Arnold Lang verdanke ich die Erlaubnis einer Untersuchung der Züricher anatomischen und zoologischen Sammlungen. Desgleichen habe ich Herrn Prof. Dr. Ranke und Herrn Prof. Dr. Hertwig in München für die gütige Überlassung des Materials verbindlichst zu danken, ebenso Herrn Prof. Dr. von Luschan, der mir eine Untersuchung des Berliner Materials freundlichst gestattete.

Die untersuchten Kreuzbeine gehören den verschiedensten Rassen an. Bei der schwierigen Beschaffung des nur spärlichen Materials konnte ich leider nicht überall gleichwertige geschlossene Gruppen

schaffen. Nur die Europäer bilden in meiner Tabelle eine ansehnliche homogene Abteilung. Sonst sind noch folgende Gruppen von einiger Wichtigkeit:

Niedere Affen,	Chinesen und Japaner,
Anthropoiden,	Birmanen,
Ägypter,	Australier und Ozeanier,
Neger,	Bewohner vom Ural (Usa),
Feuerländer,	Kaukasische Stämme.
Formosaner,	

Angabe der Meßtechnik.

1) Bogenlänge.

Von der Mitte des Promontorium bis zur Mitte der vorderen Kante der Kreuzbeinspitze entlang der Konkavität der vorderen Kreuzbeinfläche. Bandmaß.

2) Vordere gerade Länge.

Von der Mitte des Promontorium bis zur Mitte der vorderen Kante der Kreuzbeinspitze. Gleitzirkel.

3) Hintere gerade Länge.

Von der Mitte der Hinterfläche der Basis bis zur Mitte der vorderen Kante der Kreuzbeinspitze. Tasterzirkel.

4) Obere Bogenbreite.

Größte quere Breite des Sacrum entlang der vorderen Konkavität, wie Fig. 1 zeigt. Bandmaß.

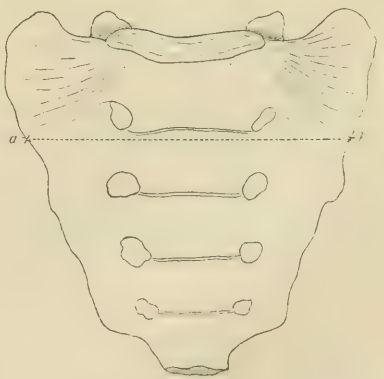
5) Obere gerade Breite.

Die Endpunkte des Maßes sind dieselben wie bei Nr. 4. Gleitzirkel.

6) Breite im Bereich der Linea innominata.

Breite des Kreuzbeines zwischen den Punkten, an welchen die Hüftkreuzbeinfugen den Beckeneingang schneiden. Gleitzirkel.

Fig. 1.

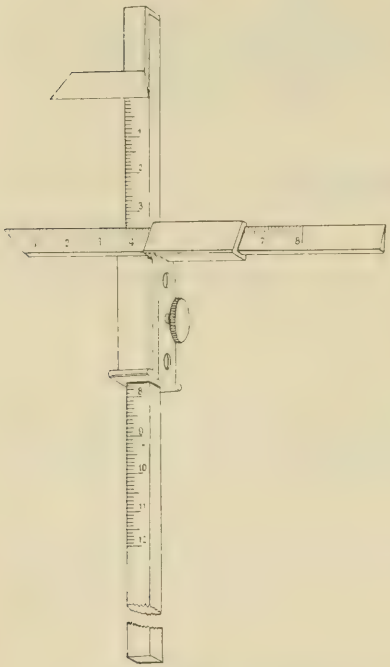


Kreuzbein von vorn. Die Linie *a—b* entspricht der Lage der Maße 4 und 5. 1/2.

7) Größte Bogenhöhe.

Auf der Verbindungslinie der Punkte für die Messung der vorderen geraden Länge des Kreuzbeines errichtet man eine Senkrechte, welche die tiefste Stelle der Konkavität des Kreuzbeines schneidet.

Fig. 2.



Instrument zur Messung der größten Bogenhöhe. 1/2.

Zur leichteren Bestimmung dieses Maßes ließ ich mir einen vierkantigen Stab anfertigen, der mit Millimetereinteilung versehen wurde, und an dem ein dazu senkrecht stehendes Maßstäbchen in vertikaler und horizontaler Richtung verschiebbar ist. Mit diesem Instrument (Fig. 2) ist es leicht, die tiefste Stelle der Längshöhlung des Kreuzbeines aufzufinden und genau zu messen. Gleichzeitig ist man aber auch in den Stand gesetzt, die Entfernung der Lage der größten Bogenhöhe vom Promontorium abzulesen.

8) Entfernung der Lage der größten Bogenhöhe vom Promontorium.

Die Entfernung zwischen Promontorium und Lage der größten Bogenhöhe auf der Sehne des Bogens gemessen.

9) Mittlere Bogenbreite.

Breite des Kreuzbeines entlang der Konkavität der Vorderfläche zwischen den unteren Enden der Facies auriculares. Bandmaß.

10) Mittlere gerade Breite.

Breite des Kreuzbeines zwischen den gleichen Punkten. Gleitzirkel.

11) Untere gerade Breite.

Geradlinige Entfernung der Ecken des unteren Seitenwinkels, wenn dieser vorhanden. Andernfalls wird die Messung im Niveau der untersten Foramina sacr. anteriora vorgenommen.

12) Länge der Flügel.

Von der Mitte einer vom lateralen Rande der Sacralbasis zum Innenrande des ersten Foramen sacrale anterius gezogenen Verbindungslinie zu dem am meisten lateral gelegenen Punkt des Vorderrandes der Facies auricularis.

13) Obere gerade Breite in der Median-Frontalebene des Kreuzbeines.

Abstand der Schnittpunkte einer Tangente, die man an den Hinterrand des Sacralkörpers legt, mit dem Oberrand der Facies auricularis. Gleitzirkel.

14) Entfernung der hinteren Ecken der Partes laterales, die den Enden der Processus transversi entsprechen, voneinander. Gleitzirkel.

15) Länge der Facies auricularis.

Größter Höhendurchmesser der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

16) Breite der Facies auricularis.

Größte Breite der Gelenkfläche senkrecht zum Höhendurchmesser. Gleitzirkel.

17) Projektivische Entfernung des distalen Randes der Facies auricularis von der Basis des Sacrum.

Das Kreuzbein wurde mit seiner Basalfläche auf eine in ihrer Höhe (etwa 5 cm) genau bestimmte Unterlage gestellt, deren Größe ungefähr der Basis des Sacrum entsprach. Zur Messung benutzte ich der Einfachheit halber den Martinschen Diagraphen, den ich derart neben das auf der erwähnten Unterlage fixierte Kreuzbein stellte, daß der eine Zeiger des Instruments auf den höchsten Punkt des caudalen Randes der Facies auricularis eingestellt war. Nun las ich von dem vertikalen Stabe des Diagraphen die Höhe des so fixierten Zeigers ab und subtrahierte von dieser gewonnenen Zahl alsdann die Höhe der Unterlage.

18) Projektivische Höhe des proximalen Randes der Facies auricularis unter (über) der Basis des Sacrum.

Technik wie bei No. 17.

19) Projektivische Höhe der oberen Öffnung des Canalis sacralis.

Das bereits erwähnte, zur Messung der größten Bogenhöhe konstruierte Instrument (S. 336) wurde auch hierzu verwandt. Die feste Spitze setzt man auf den Mittelpunkt des hinteren Randes des ersten Sacralwirbelkörpers, also derart, daß der Maßstab in der Sagittalrichtung des Kreuzbeines gehalten wird. Dabei ist zu beachten, daß die Ebene, von der aus die projektivische Messung geschehen soll, gleichzeitig die Ebene der Basalfläche des Sacrum sein muß. Das verschiebbare senkrechte Maßstäbchen wird nun genau auf die Mitte des hinteren Randes des Canalis sacralis gefällt. Der Abstand der beiden Stäbchen voneinander ergibt das gewünschte Maß.

20) Breite der oberen Öffnung des Canalis sacralis.

Größte absolute Breite. Gleitzirkel.

21) Medianer Sagittaldurchmesser der Basis des Sacrum. Gleitzirkel.

22) Größter Transversaldurchmesser der Basis des Sacrum. Gleitzirkel.

23) Projektivische Höhe des Promontorium über der Linea innominata.

Abstand des Promontorium von der Mitte der Verbindungslinie der beiden Schnittpunkte der Articulatio sacro-iliaca mit der Linea innominata.

Um diesen Schnittpunkt zu finden, wird man am besten das Sacrum in einiger Entfernung vor sich halten und die Übergangslinie der oberen Fläche der Partes laterales in die vordere Fläche durch Hin- und Herdrehen des Knochens zu bestimmen suchen Ist das Kreuzbein im Becken fixiert, so läßt sich das Maß mit ziemlicher Sicherheit angeben; beim isolierten Sacrum wird eine genaue Bestimmung der Linea innominata je nach dem Grade der Umbiegung der Partes laterales mehr oder weniger schwierig sein.

24) Breite zwischen den Foramina sacralia anteriora.

Entfernung der medialen Ränder je zweier zum gleichen Wirbel gehörenden vorderen Kreuzbeinlöcher. Gleitzirkel.

25) Gelenkflächen-Winkel.

Winkel, den die beiden Ebenen der Facies auriculares miteinander bilden. An jede Gelenkfläche wurde eine Stahlnadel in horizontaler Richtung angelegt und der Winkel, den diese Nadeln bildeten, mittels eines Transporteurs abgelesen.

26) Promontorium-Winkel.

Winkel, den die Vorderfläche des ersten Wirbelkörpers mit der Sacralbasis bildet.

Eine Stahlnadel wurde an die Vorderfläche des ersten Wirbelkörpers in der Längsrichtung des Kreuzbeines gelegt, eine andre Stahlnadel in sagittaler Richtung auf die Sacralbasis. Der Winkel wurde mittels des Transporteurs abgelesen.

27) Sacralneigungswinkel.

Winkel, den die Sacralbasis mit der Spino-Symphysenebene bildet. Nur am montierten Kreuzbein zu messen!

Das Becken wurde derart auf eine horizontale Platte gelegt, daß sowohl die Symphysis ossis pubis wie die Spinae iliacae anteriores superiores die Unterlage berührten. Nun wurde auf die Sacralbasis in sagittaler Richtung ein langes gerades Holzstäbchen gelegt und mittels des Transporteurs der Winkel festgestellt, den dieses Stäbchen mit der horizontalen Plattenunterlage bildete.

B. Phylogenie und Ontogenie des Sacrum.

Es sei mir gestattet, zunächst einige Bemerkungen über die Phylogenie des Sacrum meinen eigenen Untersuchungen vorauszustellen, da ich gelegentlich darauf Bezug nehmen muß.

In der Phylogenie der Säuger zeigt sich die erste Verbindung des Beckengürtels mit der Wirbelsäule bei den Amphibien. Hier trägt ein einziger Sacralwirbel das Becken.

Bei den Anuren wird das Sacrum durch den neunten Gesamtwirbel gebildet, aber es gibt einige interessante Ausnahmen. Nach Hermann Adolphi (1895, S. 475) besteht eine solche Abweichung von der Regel in einer mehr oder weniger intensiven Beteiligung des Querfortsatzes von Wirbel X an der Bildung des Kreuzbeinflügels. Der Verfasser ist der Ansicht, daß es bei größerem Material gelingen dürfe, Wirbel IX auch als freien Lendenwirbel anzutreffen. Die Umwandlung des Kreuzbeines geschieht in der Weise, daß der

Querfortsatz von Wirbel IX beständig an Breite zunimmt, während der Querfortsatz von Wirbel X entsprechend schmäler wird. Hans Gadow (1901, S. 15 ff.) führt aus, daß unter den anuren Amphibien bei *Pelobates*, *Pipa* und *Hymenochirus* zwei Sacralwirbel bestehen. Bei diesen drei Arten ist das Coccyx mit dem zweiten Sacralwirbel verschmolzen. Der morphologisch älteste Zustand wird von *Pelobates* dargestellt; die Sacralwirbel entsprechen dem zehnten und neunten Gesamtwirbel. Bei *Pipa* wird das Sacrum durch den neunten und achten Wirbel gebildet, deren Articulationsflächen jederseits zu einem außerordentlich breiten flügelartigen Gebilde verschmelzen. Bei *Hymenochirus* schließlich ist der erste Sacralwirbel der sechste Gesamtwirbel, so daß bei dieser Form die Präsacralwirbel auf die kleinste Zahl reduziert sind. Gadow schließt hieraus, daß dieses Vorwärtsschieben der Ileumanheftung die Umwandlung der eigentlichen Stammwirbel in Sacralwirbel verursacht, und die eigentlichen Sacralwirbel selbst werden schließlich dem Urostyl hinzugefügt. Mit Recht behauptet er, daß das ganze Coccyx das Resultat der Verschmelzung von ungefähr zwölf oder mehr Wirbeln sei, die in caudo-cranialer Richtung ihre Selbständigkeit verloren haben. Er schließt daraus, daß es ursprünglich bei den ältesten Formen der Anuren kein Coccyx gab und daß das Ileum ursprünglich viel weiter distal angeheftet war. Die Zahl der Wirbel in der Gruppe der Urodelen ist am kleinsten bei den Landformen, am größten bei den ständig reinen Wasserformen und außerordentlich groß bei der aalartigen *Amphiuma*. Aus einer Tabelle, in der Hans Gadow (1901, S. 11) die Zahl der Rumpf- und Sacralwirbel bei den verschiedensten Arten der Urodelen aufzählt, ersehen wir, daß sich die präsacrale Wirbelregion in ihrer Zusammensetzung als ungemein verschieden erweist. Es gibt Urodelen mit nur 14 präsacralen Wirbeln (*Triton*) und solche mit 63 präsacralen Wirbeln (*Amphiuma*).

Bei den Reptilien (Krokodil und Schildkröte) verbinden sich die Darmbeine mit den Flügeln zweier Kreuzwirbel. Bei den Dinosauriern hingegen trifft man drei bis sechs Kreuzwirbel, deren Querfortsätze senkrechte, an den Enden verbreiterte Platten vorstellen. Die Synostose später hinzutretender Wirbel hat nach William Henry Flower (1888, S. 61) ihre Ursache in der größeren Festigkeit und in der innigeren Verbindung, die das Becken mit der Wirbelsäule eingeht.

Bei den Säugetieren ist das Becken nicht bloß mittels der Darmbeine mit den echten Kreuzbeinwirbeln gelenkig verbunden, es hat

vielmehr auch noch eine caudale Verbindung mit der Wirbelsäule, die vom distalen Ende des Sacrum zum Tuber ischium verläuft. Diese Verbindung kann durch starke Bandapparate, bei einigen Arten sogar durch Knochenmasse hergestellt werden (Chiropteren und Edentaten).

Nach Flower (1888, S. 14) ist die Gesamtzahl der präsacralen, zuzüglich der sacralen Wirbel bei den meisten Säugetieren ungefähr 30, aber sie kann (bei manchen Fledermäusen) auf 26 sinken oder (bei *Hyrax* und *Choloepus*) auf 40 steigen. Über die Zahl der Wirbel bei einzelnen Regionen der Wirbelsäule bei den Säugern sind in Bronns »Klassen und Ordnungen des Thierreichs« (1874, S. 240) ausführliche Statistiken aufgestellt. Aus den darin enthaltenen Angaben stellte ich die folgende Tabelle zusammen. Da ich diese Liste möglichst vollständig machen wollte, konnte ich naturgemäß nicht alle Arten und Gattungen in gleicher Weise mit einer entsprechenden Anzahl von Vertretern in die Statistik einordnen; denn ich mußte alles verwenden, was sich mir an exakten Beobachtungen darbot. Wo in der Tabelle die Zahl der Sacralwirbel durch eine Summe angezeigt wurde, bedeutet der erste Summand die Zahl der wahren Sacralwirbel, d. h. derjenigen Segmente, die mit dem Becken in direkter Verbindung stehen, während der zweite Summand die Zahl der pseudosacralen Wirbel angibt.

	Präsacral-wirbel	Sacral-wirbel	
Bandikut, Perameler	26	1	
Halmaturus giganteus	26	2	
Koala, *Phascolarctos*	26	3	
Phalangisten	26	2	
Flugbeutler	26	2	
Petaurus macrurus	27	3	
Wombat		2 + 2	
Didelphys	26	2	
Myrmecobius	26	2 + 2	
Dasyurus viverrinus	26	3	
Dasyurus Mangei	26	1 + 1	
Ornithorhynchus	26	3	
Echidna	25	3	
Myrmecophaga jubata	25	2 + 3	Die zwei letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Schuppentier		3 + 1	Der letzte Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Orycteropus	27	3 + 3	

	Präsacral-wirbel	Sacral-wirbel	
Dasypus conurus	21	12	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Glyptodonten	?	9 oder 10	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Choloepus didactylus	33	5 + 3	Die letzten drei Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Mylodon	26	7	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Elefanten	29	3 + 2	
Flußpferd	26	2 + 1	
Rhinoceros	30	4	
Tapir	29	2 + 4	
Schwein	28	2 + 1	
Bos	26	4	
Ovis	26	4	
Antilope	26	2 + 2	
Hirsch	26	4	
Moschus pygmaeus	27	5	
Moschus meminna	26	1 + 3	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Giraffe	26	4	
Lama	26	5	
Camelus bactrianus	26	4	
Einhufer	31	5	
Cercolabes	28	2 + 1	
Murinen	26	4	
Stachelratten	28	3	
Myopotamus coypu	26	3	
Geomys	26	2 + 3	Die beiden letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Spalacinen	26	3 + 3	Die zwei letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Dipus	26	3 + 5	
Pteromys	26	2	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Sciurus	26	1 + 2	Die letzten zwei Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Walroß		2 + 1	
Ursus	27	2 + 4	
Procyon	27	2 + 1	
Meles	27	2 + 1	
Mydaus	27	2 + 1	
Mephitis	28	2 + 1	
Mustela	27	2 + 1	
Gulo	27	1 + 3	
Icticyon	28	2 + 1	
Viverrinen	27	1 + 2	
Caninen	27	1 + 2	
Hyänen	27	1 + 3	
Felinen	27	1 + 2	

	Präsacral-Wirbel	Sacral-Wirbel	
Erinaceus	28	3	
Centetes	28	2	
Gymnura	27	3 + 2	
Talpa	26	5	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Chrysochloris	29	1 + 3	
Scalops	26	5	Die letzten Wirbel mit dem Sitzbein verbunden.
Chiropteren	25	3 + 4	
Halbaffen	26	1 + 3	
Tarsius	27	1 + 2	
Amerikanische Affen	27	2 + 1	
Pithecia	26	2 + 1	
Ateles hypoxantus	25	3	
Pavian	26	1 + 2	
Cercopithecus	26	3	
Semnopithecus	26	3	

Aus dem in diesem Kapitel bisher Mitgeteilten geht die große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der präsacralen und sacralen Region hervor, die sich in der phylogenetischen Reihe der Säuger zeigt.

Für uns wird die Wirbelsäule der Primaten zwecks vergleichenden Studiums besonderes Interesse besitzen. Hierbei ist hervorzuheben, daß beim Orang-Utan sich normalerweise nur vier Lumbalwirbel vorfinden, die auf zwölf Dorsalwirbel folgen, so daß in bezug auf die phylogenetische Wanderung des Beckens dieser Anthropoide den Menschen überholt hat. Danach stellt sich die Zahl der präsacralen Wirbel bei Mensch und Anthropoiden folgendermaßen dar:

Hylobates	= 25	präsacrale	Wirbel
Schimpanse	= 24	-	-
Gorilla	= 24	-	-
Mensch	= 24	-	-
Orang	= 23	-	-

Eingehende Beobachtungen über diesen Gegenstand hat in neuerer Zeit besonders Keith (1903, S. 18—40) angestellt. Der Autor teilt die Primaten in zwei Gruppen: solche, welche die Körperachse horizontal tragen, pronograde, und solche, welche sie vertical tragen, orthograde Primaten. Zu der ersten Gruppe gehören sämtliche niedere Affen, zu der letztgenannten rechnet er den *Gibbon*, Orang-Utan, Schimpansen, Gorilla und den Menschen. Die erste

Verminderung präsacraler Segmente setzte nach Ansicht des Autors ein, als sich der orthograde Typus aus dem pronograden entwickelte. Mit der Annahme der aufrechten Haltung verschob sich der Beckengürtel um ein ganzes Segment nach vorn. Bei der Entstehung der großen Primaten (giant primates) trat wieder eine Verschiebung um etwa den gleichen Betrag ein, die bei Schimpanse, Gorilla und namentlich bei Orang noch weiter ging als beim Menschen. Keith schreibt dann ferner (1903, S. 29): »While the distal lumbar segments were undergoing a sacral transformation, there was only a slight movement in the direction of turning distal sacral segments into caudal.« Mensch und *Gibbon* haben als ersten Caudalwirbel den 30. Wirbel beibehalten; ein primitives Verhalten, das bei den pronograden Affen vorhanden ist. Bei Gorilla und Orang-Utan ist dagegen der 29. Wirbel zu einem Caudalwirbel geworden.

Wie sich auch deutliche Verschiebungen beim Menschen bemerkbar machen, das werden wir bei der späteren Behandlung der Verschmelzung des Kreuzbeines mit den benachbarten Regionen der Wirbelsäule erkennen. Hier ist dazu nur zu bemerken, daß vor der Aufstellung der Theorie von der phylogenetischen Wanderung des Beckens Hermann Meyer (1873, S. 287) die Ossification des Sacrum mit dem letzten Lumbalwirbel dadurch zu erklären suchte, daß der fünfte Lendenwirbel als Teil des unteren Abschnittes der Lendenkrümmung mithelfen muß, die Belastung auf die »Beckenbeine« zu übertragen. »Wie das Kreuzbein durch die Ligamenta vaga, so ist der fünfte Lendenwirbel durch die Ligamenta ileo-lumbalia an das Hüftbein angehängt, und zwar gerade an dem Punkte der Crista, wo die Einknickung zwischen dem Beckenteile des Hüftbeines und dem Sacralteile desselben zu sehen ist.«

Auch das muß betont werden, daß die knöcherne Verbindung des Sacrum mit dem Sitzbein, wie sie sich bei Chiropteren und Edentaten findet, als ein Homologon zu dem Bandapparat zwischen den pseudosacralen Wirbeln und dem Os ischium beim Menschen betrachtet werden kann. Hierdurch wird erwiesen, daß auch die sogenannten pseudosacralen Wirbel eine funktionelle Bedeutung besitzen, deren Erklärung für die Statik und Dynamik des menschlichen Körpers Hermann Meyer (1873, S. 287) in folgender Weise zu geben sucht:

»Sollten nicht die beiden Bänder ligamentum tuberoso-sacrum und spinoso-sacrum ebenfalls für den Mechanismus des Kreuzbeines tätig werden? Wenn die Verbindung des dritten Kreuzbeinwirbels

mit dem Hüftbein wirklich der unterste Stützpunkt der Lendenkrümmung, bzw. des Kreuzbeines ist, so muß ein Herabsinken des vorderen Teiles des Kreuzbeines ein Hinaufsteigen des hinteren (perinealen) Teiles zur Folge haben; — und durch Hinabziehen des letzteren würde dann ebensosehr eine Hemmung für das Sinken des vorderen Teiles gegeben sein, wie durch die Zugspannung der Ligamenta vaga. Das Ligamentum tuberoso-sacrum und nicht minder das Ligamentum spinoso-sacrum scheinen nun aber durch ihre ganze Anordnung vorzugsweise geeignet, ein Hinaufsteigen des Perinealteiles des Kreuzbeines zu verhindern und dadurch die besprochene Hemmung für den vorderen Teil des Kreuzbeines zu gewähren. Sollte ihnen wirklich diese Bedeutung zuerkannt werden dürfen, dann wäre damit auch die auffallende Tatsache erklärt, daß bei dem menschlichen Knochengerüste die Kreuzbeinbildung (d. h. die Verschmelzung der Wirbel) sich noch beträchtlich nach hinten von der Verbindung mit den Beckenbeinen fortsetzt.«

Erst durch diese Betonung der funktionellen Bedeutung der pseudosacralen Wirbel sind wir in den Stand gesetzt, zu begreifen, warum sich eine scharfe Differenzierung zwischen sacraler und coccygaler Region bemerkbar macht. Wenn nämlich für die pseudosacralen Wirbel keine besondere Funktion angenommen wird, so muß es uns wundernehmen, daß die wahren Sacralwirbel nach Verlust ihrer Verbindung mit den Darmbeinen nicht sogleich ins Coccyx übergehen, sondern erst die Zwischenform der pseudosacralen Wirbel annehmen und dabei noch eine scharfe Differenzierung vom Coccyx bewahren. Die Erscheinung, daß innerhalb der Säugetierklasse bei manchen Arten eine knöcherne Verbindung zwischen pseudosacralen Wirbeln und dem Os ischium sich findet, unterstützt die Annahme einer funktionellen Bedeutung der pseudosacralen Segmente. Eine Erklärung dafür zu finden, warum jene Verbindung bei den Chiropteren und Edentaten knöcherner Natur ist, während sie bei den übrigen Säugern und beim Menschen nur durch Bandmasse bewerkstelligt wird, bleibt der anatomisch-physiologischen Forschung vorbehalten.

Ontogenie des Sacrum.

Nach Paterson (1893, S. 192) beginnt das Sacrum im dritten Fötalmonat zu verknöchern. Die Kreuzbeinwirbel gehen je aus vier Stücken hervor, aus dem Wirbelkörper, dem Bogen und den Querfortsätzen. Dazu kommen bei den ersten drei bis vier Sacralwirbeln

im sechsten bis achten Fötalmonat die bereits besprochenen accessorischen, rippenähnlichen Partes laterales. Meckel (1824, S. 242) war der erste, der den ventralen Teil der Partes laterales am Kreuzbein mit Rippenrudimenten verglich: »Da das Kreuzbein aus mehreren Wirbeln besteht, so entwickelt es sich aus einer beträchtlichen Anzahl von Knochenstücken, deren Zahl sich wegen der Größe mehrerer seiner Wirbel noch vermehrt, so daß z. B. beim Menschen in den drei oberen Wirbeln zu den gewöhnlichen Stücken auf jeder Seite in dem Bogenteile noch zwei ungewöhnliche, vordere, den Rippen entsprechende kommen.« Indessen beachteten die Anatomen lange Zeit hindurch diese neue Erklärung des rätselhaften Auftretens der sogenannten überzähligen Knochenkerne nicht, vielmehr waren sie der Meinung, daß die Querfortsätze der Lendenwirbel analog den an dem Wirbelkörper festsitzenden Rippen seien. Hierzu schreibt F. Frenkel (1873, S. 394): »Solange man dieser Ansicht huldigte, konnte man folgerichtig die ganz anders gearteten ventralen Seitenstücke der Sacralwirbel gar nicht erklären; denn wenn man auch an den Kreuzbeinwirbeln Rippen hätte nachweisen wollen, so konnten doch nur diejenigen Abschnitte dieser Wirbel dafür betrachtet werden, welche den Querfortsätzen der Lendenwirbel entsprachen. Dies sind aber nicht die ventralen Seitenstücke, sondern nur die dorsalen Abschnitte der Seitenfortsätze der vorderen Sacralwirbel.« Erst durch die klassischen Untersuchungen Gegenbaurs am Becken der Vögel (1872) wurde an der Hand von vergleichend-anatomischen Tatsachen die Annahme einer Homologie der ventralen Seitenstücke der Sacralwirbel mit Sacralrippen fest begründet.

Die flache Gestalt des noch nicht vollkommen entwickelten Kreuzbeines veranlaßte Kollmann (1898, S. 270), das fötale Sacrum wegen seiner langgestreckten Form als an primitive Zustände erinnernd zu bezeichnen. Nach Hennig (1880, S. 31ff.) beginnt die Längskrümmung des Kreuzbeines in der Mitte des dritten Fötalmonats, wird aber Ende des vierten erst deutlich. Eine quer über die Mitte des dritten Kreuzwirbels verlaufende Einbiegung, die in gleicher Höhe mit der unteren Spitze der Gelenkfläche, durch welche das Kreuzbein mit dem Hüftbein articuliert, verläuft, kennzeichnet die Grenze zwischen dem von den unteren Extremitäten getragenen und dem dem Spiel der Perinealmuskeln anheimgegebenen Teile der Wirbelsäule.

Der knöcherne Dorn des ersten Kreuzwirbels entwickelt sich erst im 3. Jahre nach der Geburt, der des zweiten Wirbels im 5.,

der des dritten im 6. Jahre, der des vierten und fünften vom 7. Jahre an. Die Vereinigung des Mittelstückes mit den Flügeln vollzieht sich an den untersten falschen Wirbeln im 3., an den oberen erst zwischen dem 5. und 14. Lebensjahre. Die Kreuzbeinwirbel empfangen erst nach der Pubertät knöcherne Epiphysenscheiben, zu denen sich im 18.—20. Jahre noch je zwei seitliche Platten, eine obere an der Facies auricularis und eine untere an den zwei letzten Wirbeln gesellen, die um das 25. Jahr sich mit dem Hauptknochen verbinden. Vom 18. Jahre an verknöchern von unten nach oben auch die Synchondrosen; diejenigen zwischen den beiden obersten Kreuzwirbeln im 25.—30. Jahre.

Im Zusammenhang mit der Ontogenie des Kreuzbeines möchte ich auch noch einige allgemeine Größenverhältnisse am fötalen Sacrum behandeln, da dieselben doch nicht mit den Maßen der Kreuzbeine Erwachsener behandelt werden können.

Es bestehen allerdings große Schwierigkeiten, an Embryonen die Maße »Sacrallänge« und »Sacralbreite« genau zu nehmen, besonders an ganzen Wirbelsäulen, worauf schon A. Thomson (1899, S. 359) hingewiesen hat. Derselbe gab für fötale Kreuzbeine folgende Durchschnittsmaße an:

	Länge	Breite	Index
♂	21,6 mm	22,7 mm	104,0
♀	22,7 mm	22,6 mm	99,7

Hierdurch wird also die eigentümliche Tatsache festgestellt, daß beim männlichen Fötus der Index höher als beim weiblichen ist, was durch eine verhältnismäßig größere Breite hervorgerufen wird. Wir werden später sehen, daß beim Erwachsenen gerade das Umgekehrte statthat. Nachfolgende Tabelle habe ich aus den in den Arbeiten von Thomson (1899, Tab.) und Hennig (1880, Tab.) mitgeteilten Maßen zusammengestellt.

Maße des Sacrum vom 4. Embryonalmonat bis zum 15. Lebensjahre.

	Länge des Sacrum		Breite des Sacrum		Sacralindex	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Im 4. Embryonalmonat .	16,5 mm	18,0 mm	16,5 mm	16,5 mm	100	96
- 5. -	22,5 -	21,5 -	22,5 -	21,5 -	100	100
- 6. -	22,5 -	24,5 -	22,5 -	24,5 -	100	100
- 7. -	25,2 -	27,0 -	29,5 -	28,0 -	118	103
Bei der Geburt . . .	35,0 -	34,0 -	32,4 -	31,0 -	91	97
1/2 Jahr alt	—	37,0 -	—	31,0 -	—	84

	Länge des Sacrum		Breite des Sacrum		Sacralindex	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1 Jahr alt	—	44,0 mm	44,0 mm	41,0 mm	—	93
1¼ -	—	49,0 -	—	41,0 -	—	84
2 Jahre	52,0 mm	57,0 -	56,0 mm	67,0 -	108	118
2¼ -	—	40,0 -	—	55,0 -	—	138
3 -	—	39,0 -	—	44,0 -	—	122
4 -	56,0 mm	71,0 -	65,0 mm	74,0 -	116	104
5 -	—	49,0 -	—	79,0 -	—	161
6 -	—	—	—	90,0 -	—	—
8 -	—	72,0 mm	—	75,0 -	—	104
9 -	—	96,0 -	—	90,0 -	—	94
10 -	—	96,0 -	—	84,0 -	—	88
12 -	—	94,0 -	—	95,0 -	—	101
14 -	97,0 mm	102,0 -	94,0 mm	122,0 -	97	120
15 -	—	96,0 -	—	122,0 -	—	127

C. Hauptsächlichste Größenverhältnisse des Sacrum.

Weitaus in der Mehrzahl der Fälle setzt sich das menschliche Kreuzbein aus fünf Wirbeln zusammen, jedoch treffen wir auch Sacra an, die nur aus vier, oder solche, die aus sechs Segmenten bestehen. Ein vierwirbeliges Kreuzbein wird uns bei Betrachtung seiner allgemeinen Größe im Verhältnis zu einem sechswirbeligen Sacrum natürlich breiter erscheinen, wenn selbst bei beiden Knochen die Breite absolut dieselbe wäre. Demgemäß würde auch ein ganz verschiedener Längen-Breiten-Index zustande kommen. Wir werden daher bei Vergleichung der einzelnen Maße nur berechtigt sein, Kreuzbeine mit derselben Wirbelzahl einander gegenüberzustellen.

A. M. Paterson (1893, S. 136) hat statistisch festgestellt, daß ein Zuwachs zur normalen Zahl der Kreuzbeinwirbel häufiger vorkommt als eine Abnahme. Dies kann ich bestätigen. Unter meinem Material fand ich nur 2,8% vierwirbelige Kreuzbeine, dagegen 12% sechswirbelige. Die prozentualen Werte von Paterson (1893, S. 136) sind 2,6% für vierwirbelige und 35,5% für sechswirbelige Sacra. Der Grund dafür, daß sich unter Patersons Material bedeutend mehr sechswirbelige Sacra befinden als unter dem meinigen, ist mir nicht bekannt. Die Ursachen dieser Variationen in der Zusammensetzung des Kreuzbeines sind wohl individuelle Verschiedenheiten, die in keinem direkten Zusammenhang mit Alter, Geschlecht und Rasse stehen mögen.

Natürlich wird die Zahl der Segmente im Sacrum auch durch

dessen Beziehungen zu den Lumbal- und Coccygealregionen der Wirbelsäule beeinflußt. Darüber werde ich des näheren später an geeigneter Stelle berichten.

Indem ich die Beobachtungen von Arthur Keith (1903, S. 29) den meinigen hinzufüge, ergibt sich, nach dem Durchschnitt geordnet, folgende Übersicht über die Zahl der Sacralwirbel bei den Affen:

	Untersuchte Objekte	Zahl der Sacralwirbel							
		2	3	4	5	6	7	8	Durchschnitt
Lemur	1	1	—	—	—	—	—	—	2,0
Cercopithecus	1	1	—	—	—	—	—	—	2,0
Macacus	6	5	1	—	—	—	—	—	2,1
Cynocephalus	5	—	5	—	—	—	—	—	3,0
Cynopithecus	1	—	1	—	—	—	—	—	3,0
Cebus	1	—	1	—	—	—	—	—	3,0
Hylobates	3	—	1	2	—	—	—	—	3,6
Ateles	4	—	1	2	1	—	—	—	4,0
Gibbon	68	—	12	26	26	4	—	—	4,3
Orang	41	—	—	13	27	1	—	—	4,7
Gorilla	29	—	3	2	16	6	1	1	5,1
Schimpanse	33	—	2	3	14	12	2	—	5,2

Aus dieser Übersicht ergibt sich, daß unter dem untersuchten Material das Kreuzbein eines Schimpansen war, das sich aus sieben Wirbeln zusammensetzt. Wie ich schon in der Literaturübersicht berichtete, hat auch Chudzinski (1891) ein siebenwirbeliges Kreuzbein beim Schimpansen beobachtet. Laut obenstehender Tabelle wurde diese demnach nicht zu seltene Erscheinung noch durch das Auffinden eines achtwirbeligen Sacrum beim Gorilla übertrumpft.

Einen allgemeinen Überblick über die gewöhnlichsten Größenverhältnisse am Kreuzbein geben uns dessen Länge und Breite. Leider haben die einzelnen Autoren diese einfachen Maße auf die verschiedenste Weise gemessen. Die wahre Länge des Sacrum zeigt uns wohl nur die Bogenlänge an der Vorderseite der Wirbelkörper an, da beim Menschen die Sacralwirbel immer eine Kurve bilden. Trotzdem haben viele Autoren die Sacrallänge durch die kürzeste Entfernung zwischen Spitze und Basis des Kreuzbeines bestimmt, ein Maß, das in dieser Arbeit die Bezeichnung: »Vordere gerade Länge« erhalten hat.

Bei Betrachtung der Sacralbreite ist es nicht so sehr nötig, der vorderen Curvatur zu folgen, indessen ist zum Zweck einer exakten Forschung ein solches Maß auf jeden Fall vorteilhafter. Neben der »Oberen Bogenbreite« und der »Geraden oberen Breite« erwies sich aber noch ein weiteres Breitenmaß als notwendig, um allen Autoren,

die bislang das Sacrum behandelten, gerecht zu werden. Es ist dies die »Breite im Bereich der Linea innominata«. In der Praxis erweist es sich als ein schwer zu bestimmendes Maß, das daher nur approximativen Wert besitzen kann. Die Lage der Linea innominata auf dem Kreuzbein ist nämlich äußerst schwierig anzugeben. Während die Darmbeine an jener Stelle eine scharfe Umbiegung machen, ist die Linie bei der Mehrzahl aller Kreuzbeine fast gar nicht ausgeprägt und läßt sich höchstens bei montierten Sacra mit Bestimmtheit angeben. Immerhin ist uns durch die schwache Wölbung an den Partes laterales des Kreuzbeines selbst ein kleiner Anhaltspunkt gegeben.

Günstig für die Vergleichung der Messungen der einzelnen Autoren ist es, daß glücklicherweise die Breite im Bereich der Linea innominata laut meinen Beobachtungen bei 96% aller Sacra mit der »Vorderen geraden Breite« zusammenfällt. Bei nur 4% fällt die »Breite im Bereich der Linea innominata« unterhalb der »Vorderen geraden Breite«. Oberhalb derselben war sie unter den von mir untersuchten Objekten nicht zu finden. Bei 88% fällt die »Breite im Bereich der Linea innominata« auf den ersten Sacralwirbel, bei 9% zwischen den ersten bis zweiten Sacralwirbel und bei 3% auf den zweiten Sacralwirbel.

Die größte Bogenlänge (174 mm) unter den Anthropoiden besitzt das Kreuzbein eines männlichen Gorilla. Merkwürdigerweise besteht dieses Sacrum nur aus fünf Wirbeln, während das erwähnte siebenwirbelige Schimpansenkreuzbein nur eine Bogenlänge von 120 mm aufweist. Die kleinste Bogenlänge besitzt unter den Anthropoiden ein dreiwirbeliges Sacrum von *Hylobates* (30 mm). Das Maximum und Minimum der »Vorderen geraden Länge« verhält sich hierzu entsprechend. Dasselbe Gorillakreuzbein (168 mm) besitzt die größte und dasselbe *Hylobates*-Kreuzbein (30 mm) die kleinste »Vordere gerade Länge«. Demgemäß erscheinen auch die Sacra der Anthropoiden außerordentlich plan.

Als durchschnittliche Bogenlänge ergab sich für das menschliche Kreuzbein 114 mm. Die größte Bogenlänge wies ein aus Schwaben stammendes Sacrum auf, nämlich 158 mm. Es besteht aus sechs Wirbeln. Die kleinste Bogenlänge finde ich mit 82 mm bei einem Andamanenkreuzbein. Auch hier ist die eigenartige Tatsache zu betonen, daß dieses Sacrum nicht zu den vierwirbeligen Kreuzbeinen gehört, jedoch muß man sich in Erinnerung bringen, daß die Andamanen im allgemeinen eine nur geringe Körpergröße besitzen.

Die Mittelwerte der Bogenlänge für die einzelnen Gruppen sind die folgenden:

Niedere Affen	34 mm	Usa (Ural)	113 mm
Anthropoiden	85 -	Birmanen und Siamesen	114 -
Negrito	100 -	Formosaner	116 -
Alt-Ägypter	102 -	Tiroler	116 -
Lappländer	104 -	Europäer im allgemeinen	118 -
Australier und Ozeanier	105 -	Amerikaner im allgem.	118 -
Neger	107 -	Kaukasische Stämme	119 -
Chinesen und Japaner	107 -	Bayern	120 -
Malaien	108 -	Feuerländer	121 -
Andamanen u. Melanesier	109 -	Österreicher (ohne Tiroler)	122 -
Polynesier	111 -	Italiener	126 -
Asiaten im allgemeinen	111 -	Livländer und Esten	127 -
Schweizer	113 -		

Das der Bogenlänge entsprechende lineare Maß ist die »Vordere gerade Länge«, da beide Maße von denselben Ausgangspunkten zu denselben Endpunkten gehen. Die größte »Vordere gerade Länge« fand ich bei einem ungarischen Sacrum aus dem Mittelalter mit 145 mm. Dieses Kreuzbein setzt sich aus sechs Wirbeln zusammen. In der Literatur ist jedoch von Hennig (1886, S. 168) eine größere Länge für das Sacrum einer Feuerländerin mit 165 mm angegeben. Übrigens stimmen sowohl Hennig (1886, S. 173) wie Rud. Martin (1893, S. 185) darin überein, daß das Kreuzbein der Feuerländer sich durch ganz beträchtliche absolute Längenmaße auszeichnet. Die kleinste »Vordere gerade Länge« für das Kreuzbein bei erwachsenen Menschen beträgt 71 mm an einem fünfwirbeligen bayerischen Sacrum. Als durchschnittliche »Vordere gerade Länge« ergibt sich bei den einzelnen Gruppen:

Niedere Affen	31 mm	Neger	98 mm
Anthropoiden	88 -	Tiroler	90 -
Negrito	93 -	Asiaten im allgemeinen	100 -
Chinesen und Japaner	95 -	Italiener	101 -
Lappländer	96 -	Malaien	102 -
Alt-Ägypter	97 -	Birmanen und Siamesen	102 -
Polynesier	97 -	Usa (Ural)	102 -
Schweizer	97 -	Andamanen u. Melanesier	103 -
Australier	98 -	Formosaner	104 -

Bayern	104 mm	Amerikaner im allgem.	108 mm
Kaukasische Stämme	104 -	Feuerländer	110 -
Europäer im allgemeinen	104 -	Livländer und Esten	116 -
Österreicher (ohne Tiroler)	107 -		

Im folgenden stelle ich alle Zahlen über die Kreuzbeinlänge zusammen, die mir aus der gesamten diesbezüglichen Literatur bekannt geworden sind. Naturgemäß sind nur solche Werte in diese Tabelle aufgenommen worden, zu deren Erlangung die gleiche Technik angewandt wurde, wie die von mir geübte. Soweit es mir nicht möglich war, in zitierten Originalarbeiten selbst zu vergleichen, folgte ich den Angaben der einzelnen Autoren, durch deren Vermittlung mir die Maßzahlen bekannt wurden.

Tabelle der »vorderen geraden Kreuzbeinlänge«.

Europa.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Europa	—	♀	98	94—102	Görtz, '68, Tabelle.
-	14	♀	101	—	Garson, '82, Tabelle.
-	63	♂	105	—	Verneau, Tabelle.
-	35	♀	101	—	- -
Germanen	4	?	105	89—110	Hennig, '86, S. 170.
Kelten	1	?	117	—	- '86, S. 169.
-	1	♂	130	—	Paterson, '93, S. 152.
Slawen	52	?	124	—	Hennig, '86, S. 169.
Leichenmaterial der Anatomie Prag	306	♂	119	70—140	Fischel, '06, S. 536.
	218	♀	110	90—135	
Lappen	1	♂	86	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	93	—	- '86, S. 22.
-	1	♂	100	—	Paterson, '93, S. 152.
-	1	♀	75	—	- '93, S. 152.
-	2	♂	122	—	Verneau, Tabelle.
		Afrika.			
Neger	22	♂	101	94—108	Verneau, '75, Tabelle.
-	10	♀	103	90—127	- '75, -
-	3	♂	109	100—118	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	95	—	- '00, S. 43.
-	10	?	97	80—127	Hennig, '86, S. 166.
-	17	♀	105	73—110	- '86, S. 166.
-	8	♂	102	79—120	Paterson, '93, S. 143.
-	3	♀	88	71—100	- '93, S. 143.
-	4	♂	95	90—97	Turner, '86, S. 15.
-	2	♀	102	93—111	- '86, S. 15.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Buschmänner	2	♀	106	98—114	Paterson, '93, S. 144.
-	2	♂	99	97—100	- '93, S. 144.
-	6	♀	96	81—110	Hennig, '86, S. 166.
-	2	♀	98	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	98	—	Turner, '86, S. 21.
Nubier	1	♂	119	—	Verneau, '75, Tabelle.
Madagaskar	1	♀	73	—	- '75, -
Lybier	1	?	104	—	Hennig, '86, S. 169.
Alt-Ägypter	1	?	96	—	- '86, S. 169.
- -	11	?	99	99—116	Paterson, '93, S. 145.
- -	1	♀	125	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Ägypter	7	♂	106	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	96	—	- '75, -
Kabylen	1	♂	125	—	- '75, -
Guanchen	1	♂	104	—	- '75, -
-	2	♂	110	—	Turner, '86, S. 21.
Asien.					
Asien im allgemeinen	5	♂	101	91—115	Paterson, '93, S. 146.
Japaner	14	?	96	—	Hennig, '86, S. 167.
-	37	♂	99	85—122	Koganei, '00, Tabelle I.
-	36	♀	94	82—106	- '00, - I.
Koreaner	1	♂	113	—	Paterson, '93, S. 146.
Aleuten	1	♂	101	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	102	—	- '00, S. 42.
Aino	1	?	100	—	Hennig, '86, S. 167.
-	30	♂	99	85—116	Koganei, '00, Tabelle I.
-	14	♀	95	75—114	- '00, - I.
-	—	♂	82	—	Anutschin, '80, S. 443.
-	—	♀	110	—	- '80, S. 443.
-	2	♂	108	95—120	Tarenetzki, '00, S. 42.
Chinesen	2	♀	103	94—111	Hennig, '86, S. 168.
-	2	♂	112	100—123	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♂	134	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	94	—	- '75, -
-	1	♂	108	—	Turner, '86, S. 18.
Giljaken	1	♂	105	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	82	—	- '00, S. 42.
Samojeden	2	♂	119	116—122	- '00, S. 42.
-	1	♀	102	—	- '00, S. 42.
Ostjaken	1	♂	110	—	- '00, S. 42.
-	1	♀	99	—	- '00, S. 42.
Anamiten	1	♂	112	—	Verneau, '75, Tabelle.
Malaien	2	♀	109	102—115	Hennig, '86, S. 168.
-	22	?	101	—	- '86, S. 168.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Malaien	1	♂	97	—	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♀	131	—	- '03, S. 147.
-	1	♂	112	—	Turner, '86, S. 18.
Negrito	1	?	100	—	Hennig, '86, S. 167.
Philippinen	2	?	85	76—94	- '86, S. 165.
Senoi	—	♂	96	—	R. Martin, '05, S. 554.
-	—	♀	94	—	- '05, S. 554.
Semang	—	♂	93	—	Dukworth, '02, S. 148.
-	—	?	94	—	Robinson, '03, S. 158.
Mani	—	?	97	—	- '03, S. 158.
Mai Darat	—	?	106	—	- '03, S. 158.
Andamanen	1 juv.	♂	87	—	Turner, '86, S. 17.
-	1 -	♀	87	—	- '86, S. 17.
-	2	♀	99	95—102	Hennig, '86, S. 165.
-	8	♂	97	86—108	Flower, '80, S. 134.
-	9	♀	90	77—100	- '80, S. 135.
-	13	♂	91	—	Garson, '82, Tabelle.
-	14	♂	96	79—110	Paterson, '93, S. 150.
-	11	♀	93	74—115	- '93, S. 150.
-	1	♂	84	—	Turner, '86, S. 17.
-	3	♀	92	87—102	- '86, S. 17.
Javanen	—	♀	97	82—111	Görtz, '68, Tabelle.
-	3	♀	101	73—116	Hennig, '86, S. 167.
-	1	♀	72	—	Verneau, '75, Tabelle.
Sundanesen	4	♀	104	98—115	Römer, '96, Tabelle.
-	1	♂	115	—	- '96, Tabelle.
Inder	1	♂	97	—	Turner, '86, S. 18.
-	3	?	89	83—94	Hennig, '86, S. 169.
-	8	♂	109	95—124	Paterson, '93, S. 146.
-	1	♀	94	—	Verneau, '75, Tabelle.
Hindu	1	♀	81	—	Turner, '86, S. 18.
-	1	♂	107	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	99	—	Turner, '86, S. 18.
Panjabi	39	♂	113	78—134	Hav. Charles, Tabelle.
-	8	♀	106	95—120	- - -
Pondichéry	1	♂	105	—	Verneau, '75, -
Bengale	1	♀	83	—	- '75, -
Araber	2	♂	92	—	- '75, -
Türken	2	♂	115	—	- '75, -
Tartaren	1	♀	114	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Meschtscherjake	1	♂	95	—	- '00, S. 42.
Kirgisen	1	♀	103	—	- '00, S. 42.

Australien und Ozeanien.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Australier	5	?	91	—	Hennig, '86, S. 165.
-	2	♀	93	92—93	- '86, S. 165.
-	5	♂	99	93—105	Scharlau, '02, Tabelle.
-	3	♀	98	92—101	- '02, -
-	2	?	101	—	Garson, '82, Tabelle.
-	8	♂	97	86—110	Paterson, '93, S. 148.
-	6	♀	89	80—102	- '93, S. 148.
-	1	♂	87	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	2	♀	101	—	- '75, -
-	6	♂	106	96—111	Turner, '86, S. 10.
-	1	♀	88	—	- '86, S. 10.
-	1	♂	88	—	- '86, S. 10.
Tasmanier	2	♂	96	89—102	Paterson, '93, S. 149.
-	1	♀	90	—	- '93, S. 149.
Melanesier	1	♀	101	—	Hennig, '86, S. 165.
-	1	?	99	—	- '86, S. 165.
-	7	?	106	88—128	Paterson, '93, S. 151.
-	1	♂	103	—	Verneau, '75, Tabelle.
Neu-Kaledonier	12	♂	104	—	- '75, -
-	3	♀	93	—	- '75, -
Neu-Guinea	1	♂	112	—	- '75, -
Polynesier	1	?	106	—	Paterson, '93, S. 151.
-	5	♂	108	100—119	Verneau, '75, Tabelle.
-	5	♀	100	94—105	Turner, '86, S. 12.
-	2	♂	111	101—120	- '86, S. 12.
-	1	?	101	—	- '86, S. 12.
-	1	?	80	—	Hennig, '86, S. 165.

Amerika.

Amerikaner im allgem.	7	?	98	90—110	Hennig, '86, S. 169.
- - -	3	♀	100	92—109	- '86, S. 169.
Alt-Peruaner	2	♂	103	101—105	Paterson, '93, S. 152.
Peruaner	2	♂	93	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	3	♀	92	—	- '75, -
Botokuden	1	♂	98	—	- '75, -
-	1	♀	101	—	Hennig, '86, S. 169.
Charruas	1	♂	113	—	Verneau, '75, Tabelle.
Goytacazes	1	♂	94	—	- '75, -
-	1	♀	95	—	- '75, -
Bolivianer	1	♂	113	—	- '75, -
Mexikaner	1	♀	98	—	- '75, -
Kreolen	1	♀	109	—	Tarenetzki, '00, S. 43.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Caracas	1	♀	109	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Feuerländer	13	♂	111	—	R. Martin, '94, S. 185.
-	12	♀	103	—	- - '94, S. 185.
Eskimo	1	♂	80	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	109	—	- '86, S. 22.

Gehen wir zu den Breitendimensionen des Sacrum über, so können wir auch hier eine »obere Bogenbreite« und eine »obere gerade Breite« unterscheiden. Die Breitenmaße des menschlichen Kreuzbeines werden von den Anthropoiden nicht erreicht; unter ihnen zeichnet sich wieder der männliche Gorilla mit dem größten Maße von 104 mm aus. Die kleinste »obere Bogenbreite« unter den ausgewachsenen Anthropoiden besitzt das siebenwirbelige Schimpansenkreuzbein mit 82 mm. Hier wird also durch Zahlen bestätigt, was auch bereits der Augenschein lehrte: daß das Anthropoidenkreuzbein zwar sehr lang sein kann, aber immer durch seine Schmalheit einen auffallenden Gegensatz zum menschlichen Sacrum bildet. Einen allgemeinen Durchschnittswert für das gesamte menschliche Material halte ich bei der großen Differenz in der Objektzahl der einzelnen Gruppen für wertlos.

Unter dem menschlichen Material besitzt die größte »obere Bogenbreite« ein Alamannenkreuzbein mit 137 mm. Die kleinste »obere Bogenbreite« beträgt 67 mm bei einem männlichen Birmanenkreuzbein. Die große Schwankungsbreite, die dieses Maß aufweist, deutet auf die tatsächlich vorhandene starke individuelle Schwankung innerhalb des Genus *Homo* hin. Der Durchschnitt der »oberen Bogenbreite« innerhalb der einzelnen untersuchten Gruppen stellt sich folgendermaßen dar:

Niedere Affen	64 mm	(52—75)
Schweizersbild	82 -	(81—83)
Anthropoiden	88 -	(62—104)
Alt-Ägypter	95 -	(91—98)
Australier und Ozeanier	96 -	
Neger	96 -	(79—115)
Chinesen und Japaner	100 -	(96—104)
Birmanen und Siamesen	100 -	(67—108)
Asiaten im allgemeinen	101 -	(67—112)

Formosaner	103 mm	(94—111)
Kaukasische Stämme	108 -	(100—114)
Schweizer	112 -	(60—130)
Usa (Ural)	112 -	(92—126)
Tiroler	114 -	(97—125)
Europäer im allgemeinen	115 -	(60—134)
Österreicher (ohne Tiroler)	115 -	(104—126)
Amerikaner im allgemeinen	115 -	(107—134)
Italiener	116 -	(101—128)
Bayern	116 -	(79—132)
Feuerländer	118 -	(107—134)
Livländer und Estländer	122 -	(121—122)
Alamannen	123 -	(109—137)

Von der »oberen Bogenbreite« weicht die »obere gerade Breite« des Kreuzbeines, wie schon erwähnt, nicht wesentlich ab. Unter den Anthropoiden weist das breiteste Gorillasacrum eine »obere gerade Breite« von 99 mm auf. Die kleinste »obere gerade Breite« besitzt ein Hylobateskreuzbein mit 32 mm. Unter dem menschlichen Materiale zeigt das alamannische Sacrum mit 131 mm die größte »obere gerade Breite« an. Das kleinste Maß beträgt 66 mm (birmanisches Sacrum). Die Durchschnittsberechnung für die »obere gerade Breite« ergab folgende Resultate:

Niedere Affen	37 mm	(20—65)
Anthropoiden	62 -	(29—99)
Schweizersbild	80 -	(78—81)
Alt-Ägypter	92 -	(87—89)
Neger	92 -	(66—107)
Birmanen und Siamesen	94 -	(66—102)
Chinesen und Japaner	96 -	(91—108)
Asiaten im allgemeinen	96 -	(66—109)
Andamanen und Melanesier	97 -	(82—107)
Formosaner	98 -	(90—107)
Negrito	98 -	(89—103)
Australier und Ozeanier	98 -	(82—107)
Polynesier	99 -	(93—105)
Malaien	101 -	(96—107)
Schweizer	107 -	(59—125)
Usa (Ural)	107 -	(87—122)
Lappländer	107 -	(104—109)

Kaukasische Stämme	108 mm	(94—121)
Europäer im allgemeinen	109 -	(59—131)
Tiroler	110 -	(95—119)
Österreicher (ohne Tiroler)	110 -	(103—122)
Bayern	110 -	(78—125)
Amerikaner im allgemeinen	110 -	(105—132)
Feuerländer	111 -	(106—121)
Italiener	111 -	(100—122)
Livländer und Esten	115 -	(112—121)
Alamannen	120 -	(108—131)

Auch von der »oberen geraden Kreuzbeinbreite« habe ich alle mir aus der diesbezüglichen Literatur bekannt gewordenen Maße zusammengestellt.

Tabelle der »oberen geraden Kreuzbeinbreite«.

Europa.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Europäer	—	♀	117	109—124	Görtz, '68, Tabelle.
-	14	♀	118	—	Garson, '82, Tabelle.
-	35	♀	119	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	63	♂	108	—	- '75, -
Germanen	4	?	126	118—125	Hennig, '86, S. 170.
Kelten	3	?	118	104—136	- '86, S. 169.
-	1	♂	130	—	Paterson, '93, S. 152.
Slawen	35	?	104	—	Hennig, '86, S. 169.
Lappländer	1	♂	106	—	Paterson, '93, S. 152.
-	1	♀	115	—	- '93, S. 152.
-	2	♂	103	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	91	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	104	—	- '86, S. 22.

Afrika.

Neger	22	♂	88	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	10	♀	94	—	- '75, -
-	1	♀	107	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
-	4	♀	101	93—110	Hennig, '86, S. 166.
-	10	?	99	80—127	- '86, S. 166.
-	8	♂	99	88—117	Paterson, '93, S. 143.
-	3	♀	101	84—111	- '93, S. 143.
-	3	♂	99	93—108	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	4	♂	108	101—116	Turner, '86, S. 15.
-	2	♀	100	89—101	- '86, S. 15.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Buschmänner	4	♀	81	72—90	Hennig, '86, S. 166.
-	2	♀	90	89—91	Paterson, '93, S. 144.
-	2	♂	94	82—105	- '93, S. 144.
-	2	♀	97	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	96	—	Turner, '86, S. 21.
Nubier	1	♂	96	—	Verneau, '75, Tabelle.
Madagaskar	1	♀	97	—	- '75, -
Lybier	1	?	114	—	Hennig, '86, S. 169.
Alt-Ägypter	1	?	110	—	- '86, S. 169.
- -	11	?	106	84—119	Paterson, '93, S. 145.
- -	1	♀	120	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Ägypter	7	♂	100	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	98	—	- '75, -
Kabylen	1	♂	98	—	- '75, -
Guanchen	1	♂	97	—	- '75, -
-	1	♀	104	—	- '75, -
-	2	♂	120	118—121	Turner, '85, S. 21.
Annamiten	1	♂	90	—	Verneau, '75, Tabelle.
Asien.					
Asiaten im allgemeinen.	5	♂	108	94—121	Paterson, '93, S. 146.
Japaner	14	?	104	—	Hennig, '86, S. 167.
-	37	♂	100	85—112	Koganei, '00, Tabelle I.
-	36	♀	100	90—112	- '00, -
Koreaner	1	♂	115	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
Aleuten	1	♂	110	—	- '00, S. 42.
-	1	♀	116	—	- '00, S. 42.
Aino	1	?	106	—	Hennig, '86, S. 169.
-	33	♂	101	90—113	Koganei, '00, Tabelle I.
-	16	♀	104	95—112	- '00, -
-	2	♂	110	100—120	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	—	♂	97	—	Anutschin, '80, S. 443.
-	—	♀	105	—	- '80, S. 443.
Chinesen	2	♀	114	111—116	Hennig, '86, S. 169.
-	2	♂	108	106—110	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♂	90	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	112	—	- '75, -
-	1	♂	116	—	Turner, '86, S. 18.
Giljaken	1	♂	118	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	105	—	- '00, S. 42.
Samojeden	2	♂	110	100—120	- '00, S. 42.
-	1	♀	105	—	- '00, S. 42.
Ostjaken	1	♂	110	—	- '00, S. 42.
-	1	♀	100	—	- '00, S. 42.
Meschtscherjaken	1	♂	110	—	- '00, S. 42.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Malaien	3	♀	90	85—100	Hennig, '86, S. 168.
-	22	?	99	—	- '86, S. 168.
-	1	♂	107	—	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♀	121	—	- '93, S. 147.
-	1	♂	106	—	Turner, '86, S. 18.
Negrito	1	?	112	—	Hennig, '86, S. 168.
Philippinen	2	?	94	90—97	- '96, S. 165.
Senoi	—	♂	88	—	R. Martin, '05, S. 554.
-	—	♀	104	—	- - '05, S. 554.
Semang	—	♂	101	—	Duckworth, '02, S. 148.
-	—	?	106	—	Robinson, '03, S. 158.
Mani	—	?	102	—	- '03, S. 158.
Mai Darat	—	?	105	—	- '03, S. 158.
Andamanen	2	♀	97	90—103	Hennig, '86, S. 155.
-	8	♂	91	84—99	Flower, '80, S. 134.
-	9	♀	95	91—100	- '80, S. 134.
-	13	♂	97	—	Garson, '82, Tabelle.
-	14	♂	92	83—101	Paterson, '93, S. 150.
-	11	♀	96	88—103	- '93, S. 150.
-	1	♂	96	—	Turner, '86, S. 17.
-	3	♀	192	93—114	- '86, S. 17.
-	1 juv.	♂	92	—	- '86, S. 17.
-	1 juv.	♀	84	—	- '96, S. 17.
Javanen	—	♀	97	86—108	Görtz, '68, Tabelle.
-	4	♀	104	90—113	Hennig, '86, S. 167.
-	1	♀	89	—	Verneau, '75, Tabelle.
Sundanesen	4	♀	98	95—101	Römer, '96, Tabelle.
-	1	♂	100	—	- '96, -
Inder	1	♂	121	—	Turner, '86, S. 18.
-	3	?	106	96—120	Hennig, '86, S. 169.
-	8	♂	111	99—120	Paterson, '93, S. 146.
-	1	♀	111	—	Verneau, '75, Tabelle.
Hindu	1	♂	105	—	- '75, -
-	1	♀	108	—	Turner, '86, S. 18.
-	1	♂	103	—	- '86, S. 18.
Panjabi	8	♀	110	100—115	Hav. Charles, Tabelle.
-	39	♂	113	92—130	- - -
Pondichéry	1	♂	92	—	Verneau, '75, Tabelle.
Bengalen	1	♀	91	—	- '75, -
Araber	2	♂	89	—	- '75, -
Syrier	1	♂	101	—	- '75, -
Türken	2	♂	113	—	- '75, -
Tataren	1	♀	125	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Kirgisen	1	♀	110	—	- '00, S. 43.

Australien und Ozeanien.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Australier	5	?	105	—	Hennig, '86, S. 165.
-	2	♀	108	103—112	- '86, S. 165.
-	5	♂	93	91—94	Scharlau, '82, Tabelle.
-	3	♀	105	101—110	- '82, -
-	2	?	107	—	Garson, 82, Tabelle.
-	2	♀	101	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	8	♂	101	82—111	Paterson, '93, S. 148.
-	6	♀	104	99—110	- '93, S. 148.
-	1	♂	90	—	Verneau, '85, Tabelle.
-	6	♂	104	92—111	Turner, '86, S. 10.
-	1	♀	89	—	- '86, S. 10.
-	1 juv.	♂	89	—	- '86, S. 10.
Tasmanier	1	♂	87	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	2	♂	102	101—103	Paterson, '93, S. 149.
-	1	♀	100	—	- '93, S. 149.
Melanesier	1	♀	92	—	Hennig, '86, S. 165.
-	1	?	107	—	- '86, S. 165.
-	7	?	108	101—118	Paterson, '93, S. 151.
-	1	♂	98	—	Verneau, '75, Tabelle.
Neu-Kaledonier	12	♂	92	—	- '75, -
- -	3	♀	102	—	- '75, -
Neu-Guinea	1	♂	110	—	- '75, -
Polynesier	1	?	116	—	Turner, '86, S. 12.
-	1	?	88	—	Hennig, '86, S. 165.
-	1	?	116	—	Paterson, '93, S. 151.
-	5	♂	95	90—102	Verneau, '75, Tabelle.
-	5	♀	113	105—122	Turner, '86, S. 12.
-	2	♂	106	97—115	- '86. S. 12.

Amerika.

Amerikaner im allgem.	5	?	104	97—110	Hennig, '86, S. 168.
- - -	3	♀	110	106—113	- '86, S. 168.
Alt-Peruaner	2	♂	112	109—115	Paterson, '93, S. 152.
Peruaner	2	♂	109	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	3	♀	102	—	- '75, -
Botokuden	2	♀	114	104—123	Hennig, '86, S. 168.
-	1	♂	101	—	Verneau, '75, Tabelle.
Charruas	1	♂	102	—	- '75, -
Goytacazes	1	♂	105	—	- '75, -
-	1	♀	99	—	- '75, -
Bolivier	1	♂	96	—	- '75, -
Mexikaner	1	♀	103	—	- '75, -
Kreolen	1	♀	113	—	Tarenetzki, '00, S. 43.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Caracas	1	♀	110	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Feuerländer	13	♂	113	—	R. Martin, '93, S. 185.
-	12	♀	115	—	- - '93, S. 185.
Eskimo	1	♂	111	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	116	—	- '86, S. 22.
-	1	♂	92	—	Verneau, '75, Tabelle.

Zur besseren Übersicht habe ich bei einzelnen besonders interessanten größeren Gruppen die Werte der »vorderen geraden Kreuzbeinlänge« und der »oberen geraden Kreuzbeinbreite«, die mir durch die Arbeiten der sich bisher mit dem Gegenstand beschäftigenden Autoren bekannt wurden, zusammengefaßt und zu den von mir selbst gefundenen Maßzahlen hinzugerechnet. Hieraus erhielt ich folgende Mittelwerte für die »vordere gerade Länge« des Kreuzbeines:

Für	36	Neger	unbekannten	Geschlechts	=	98	mm
-	33	-	männlichen	-	=	102	-
-	31	-	weiblichen	-	=	102	-
-	3	Andamanen	unbekannten	-	=	80	-
-	22	-	männlichen	-	=	96	-
-	35	-	weiblichen	-	=	92	-
-	8	Australier	unbekannten	-	=	95	-
-	14	-	männlichen	-	=	97	-
-	13	-	weiblichen	-	=	94	-
-	14	Ägypter	unbekannten	-	=	99	-
-	7	-	männlichen	-	=	106	-
-	2	-	weiblichen	-	=	111	-
-	105	Europäer	unbekannten	-	=	104	-
-	63	-	männlichen	-	=	105	-
-	49	-	weiblichen	-	=	101	-
-	4	Lappländer	unbekannten	-	=	96	-
-	3	-	männlichen	-	=	74	-
-	1	-	weiblichen	-	=	75	-
-	16	Japaner	unbekannten	-	=	96	-
-	37	-	männlichen	-	=	99	-
-	36	-	weiblichen	-	=	94	-

Die Mittelwerte der geraden Kreuzbeinbreite lauten:

Für	40	Neger	unbekannten	Geschlechts	= 94	mm
-	33	-	männlichen	-	= 92	-
-	18	-	weiblichen	-	= 97	-
-	14	Ägypter	unbekannten	-	= 104	-
-	7	-	männlichen	-	= 100	-
-	2	-	weiblichen	-	= 109	-
-	3	Andamanen	unbekannten	-	= 86	-
-	22	-	männlichen	-	= 92	-
-	35	-	weiblichen	-	= 96	-
-	8	Australier	unbekannten	-	= 104	-
-	14	-	männlichen	-	= 97	-
-	13	-	weiblichen	-	= 104	-
-	196	Europäer	unbekannten	-	= 109	-
-	63	-	männlichen	-	= 108	-
-	49	-	weiblichen	-	= 112	-
-	4	Lappländer	unbekannten	-	= 107	-
-	3	-	männlichen	-	= 70	-
-	1	-	weiblichen	-	= 115	-
-	16	Japaner	unbekannten	-	= 103	-
-	37	-	männlichen	-	= 100	-
-	36	-	weiblichen	-	= 100	-

Aus all diesen Zahlen kann man deutlich erkennen, eine wie schwankende Größe die Kreuzbeinlänge und -breite vorstellt. Immerhin sieht man klar, daß fast in allen Gruppen das weibliche Kreuzbein breiter ist als das männliche.

D. Beziehungen der hauptsächlichsten Maße zueinander.

Die klarste und einfachste Vorstellung von der Ausdehnung und den hauptsächlichsten Größenverhältnissen des Kreuzbeines in ihren gegenseitigen Beziehungen geben uns die Sacralindices, d. h. das Verhältnis von Längen- zu Breitenmaß. Während es meines Wissens bisher nur üblich war, einen einzigen Sacralindex auszurechnen, nämlich das Verhältnis der vorderen geraden Kreuzbeinlänge zur vorderen geraden Kreuzbeinbreite, habe ich deren drei verwandt. Indem ich die Bogenbreite der Bogenlänge gegenüber stellte, glaube ich, in exakter Weise die wahre Längen- und Breitenausdehnung des Kreuzbeines berücksichtigt zu haben.

Als dritten Sacralindex wählte ich dann noch das Verhältnis der Bogenlänge zur geraden oberen Breite. Hierzu wurde ich dadurch veranlaßt, daß sich oftmals kein nennenswerter Unterschied zwischen oberer Bogenbreite und gerader oberer Breite zeigte. Es bedeutet also:

$$\text{Sacralindex } A = \frac{\text{Gerade obere Breite} \times 100}{\text{Gerade Länge}}$$

Je höher dieser Index ist, desto breiter ist das Kreuzbein.

$$\text{Sacralindex } B = \frac{\text{Gerade obere Breite} \times 100}{\text{Bogenlänge}}$$

Dieser Index verhält sich wie der obenstehende.

$$\text{Sacralindex } C = \frac{\text{Obere Bogenbreite} \times 100}{\text{Bogenlänge.}}$$

Auch bei diesem Index spricht sich das Überwiegen der Breitendimensionen in einem höheren Indexwerte aus.

Im folgenden stelle ich die in der Literatur vorgefundenen Indexwerte des Sacralindex *A* zusammen. Wo der Autor die aus den Individualwerten berechneten Mittelindices angegeben hat, sind diese natürlich in die Tabelle gesetzt worden, andernfalls habe ich die Indices selbst aus den gegebenen absoluten Maßzahlen berechnet.

Tabelle der Sacralindices.

Europa.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Europäer	—	♀	119,4	—	Görtz, '68, Tabelle.
-	14	♀	116,8	—	Garson, '82, Tabelle.
-	63	♂	102,9	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	35	♀	107,9	—	- '75, -
Germanen	4	?	120,—	—	Hennig, '86, S. 170.
Kelten	1	?	100,9	—	- '86, S. 169.
-	1	♂	100,—	—	Paterson, '93, S. 152.
Slawen	52	?	83,9	—	Hennig, '86, S. 169.
Lappländer	1	♂	106,—	—	Paterson, '93, S. 152.
-	1	♀	153,3	—	- '93, S. 152.
-	2	♂	84,4	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	106,—	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	112,—	—	- '86, S. 22.

Afrika.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Neger	22	♂	87,1	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	10	♀	91,3	—	- '75, -
-	3	♂	90,—	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	112,—	—	- '00, S. 42.
-	10	?	102,1	—	Hennig, '86, S. 166.
-	4	♀	96,2	—	- '86, S. 166.
-	8	♂	97,1	—	Paterson, '93, S. 143.
-	3	♀	114,8	—	- '93, S. 143.
-	5	♂	112,8	108—119	Turner, '86, S. 15.
-	2	♀	99,—	89—109	- '86, S. 15.
Buschmänner	2	♀	88,7	—	Paterson, '93, S. 144.
-	2	♂	90,9	—	- '93, S. 144.
-	4	♀	84,4	—	Hennig, '86, S. 166.
-	2	♀	99,—	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♂	98,—	—	Turner, '86, S. 21.
Nubier	1	♂	80,7	—	Verneau, '75, Tabelle.
Madagaskar	1	♀	132,9	—	- '75, -
Lybier	1	?	109,6	—	Hennig, '86, S. 169.
Alt-Ägypter	1	?	114,6	—	- ,86, S. 169.
- -	11	?	107,1	—	Paterson, '93, S. 145.
- -	1	♀	96,—	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Ägypter	7	♂	94,3	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	102,1	—	- '75, -
Kabylen	1	♂	78,4	—	- '75, -
Guanchen	1	♂	93,3	—	- '75, -
-	2	♂	108,5	104—113	Turner, '86, S. 21.
Annamiten	1	♂	80,4	—	Verneau, '75, Tabelle.

Asien.

Asiaten im allgemeinen	5	♂	106,9	—	Paterson, '93, S. 146.
Japaner	14	?	108,3	—	Hennig, '86, S. 167.
-	37	♂	101,5	79—124	Koganei, '00, Tabelle I.
-	36	♀	107,1	85—123	- '00, - I.
Koreaner	1	♂	101,—	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
Aleuten	1	♂	108,—	—	- '00, S. 42.
-	1	♀	113,—	—	- '00, S. 42.
Aino	1	?	106,—	—	Hennig, '86, S. 169.
-	29	♂	102,6	86—117	Koganei, '00, Tabelle I.
-	14	♀	111,6	95—133	- '00, - I.
-	—	♂	118,2	—	Anutschin, '80, S. 443.
-	—	♀	97,2	—	- '80, S. 443.
-	2	♂	102,5	100—105	Tarenetzki, '00, S. 42.
Chinesen	2	♀	110,7	—	Hennig, '86, S. 168.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Chinesen	2	♂	96,4	—	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♂	67,2	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	♀	119,2	—	- '75, -
-	1	♂	98,—	—	Turner, '86, S. 18.
Giljaken	1	♂	112,—	—	Tarenetzki, '00, S. 42.
-	1	♀	128,—	—	- '00, S. 42.
Samojeden	2	♂	92,—	86—98	- '00, S. 42.
-	1	♀	102,—	—	- '00, S. 42.
Ostjaken	1	♂	100,—	—	- '00, S. 42.
-	1	♀	101,—	—	- '00, S. 42.
Meschtscherjaken	1	♂	115,—	—	- '00, S. 42.
Malaien	2	♀	82,6	—	Hennig, '86, S. 168.
-	22	?	98,—	—	- '86, S. 168.
-	1	♂	110,3	—	Paterson, '93, S. 147.
-	1	♀	92,4	—	- '93, S. 147.
-	1	♂	95,—	—	Turner, '86, S. 18.
Negrito	1	?	112,—	—	Hennig, '86, S. 167.
Philippinen	2	?	110,6	—	- '86, S. 167.
Senoi	—	♂	91,6	—	R. Martin, '05, S. 554.
-	—	♀	100,—	—	- - '05, S. 554.
Semang	—	♂	108,6	—	Duckworth, '02, S. 148.
-	—	?	112,8	—	Robinson, '03, S. 158.
Mani	—	?	105,2	—	- '03, S. 158.
Mai-Darat	—	?	99,1	—	- '03, S. 158.
Andamanen	3	♀	111,3	107—115	Turner, '86, S. 17.
-	2	♀	98,—	—	Hennig, '86, S. 165.
-	8	♂	93,8	—	Flower, '80, S. 134.
-	9	♀	105,6	—	- '80, S. 135.
-	13	♀	106,8	—	Garson, '82, Tabelle.
-	14	♂	95,8	—	Paterson, '83, S. 150.
-	11	♀	103,2	—	- '83, S. 150.
-	1 Kind	♀	96,5	—	Turner, '86, S. 17.
-	1	♂	114,—	—	- '86, S. 17.
-	1 Kind	♂	106,—	—	- '86, S. 17.
Javanen	—	♀	100,—	—	Görtz, '68, Tabelle.
-	3	♀	103,—	—	Hennig, '86, S. 167.
-	1	♀	123,6	—	Verneau, '75, Tabelle.
Sundanesen	4	♀	94,2	—	Römer, '96, Tabelle.
-	1	♂	87,—	—	- '96, -
Inder	1	♂	124,5	—	Turner, '86, S. 18.
-	3	?	119,1	—	Hennig, '86, S. 169.
-	8	♂	101,8	—	Paterson, '93, S. 146.
-	1	♀	118,1	—	Verneau, '75, Tabelle.
Hindu	1	♀	127,—	—	Turner, '86, S. 18.
-	1	♂	98,1	—	Verneau, '75, Tabelle.

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Hindu	1	♂	109,—	—	Turner, '86, S. 18.
Panjabi	39	♂	100,—	—	Hav. Charles, Tabelle.
-	8	♀	103,8	—	- - -
Pondichéry	1	♂	87,6	—	Verneau, '75, Tabelle.
Bengalen	1	♀	109,6	—	- '75, -
Araber	2	♂	96,7	—	- '75, -
Türken	2	♂	98,3	—	- '75, -
Tataren	1	♀	104,—	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Kirgisen	1	♀	106,—	—	- '00, S. 42.
Australien und Ozeanien.					
Australier	5	?	115,4	—	Hennig, '86, S. 165.
-	2	♀	116,1	—	- '86, S. 165.
-	5	♂	93,—	87—100	Scharlau, '02, Tabelle.
-	3	♀	107,—	100—112	- '02, -
-	2	?	105,9	—	Garson, '82, Tabelle.
-	8	♂	104,1	—	Paterson, '93, S. 148.
-	6	♀	116,9	—	- '93, S. 148.
-	1	♂	103,5	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	2	♀	100,—	—	- '75, -
-	7	♂	98,6	93—106	Turner, '86, S. 10.
-	1	♀	101,—	—	- '86, S. 10.
Tasmanier	2	♂	106,3	—	Paterson, '93, S. 149.
-	1	♀	111,1	—	- '93, S. 149.
Melanesier	1	♀	105,9	—	Hennig, '86, S. 165.
-	1	?	92,9	—	- '86, S. 165.
-	7	?	101,9	—	Paterson, '93, S. 151.
-	1	♂	95,2	—	Verneau, '75, Tabelle.
Neu-Kaledonier	12	♂	88,5	—	- '75, -
- -	3	♀	109,7	—	- '75, -
Neu-Guinea	1	♂	98,2	—	- '75, -
Polynesier	2	♂	96,—	96—96	Turner, '86, S. 12.
-	1	?	110,—	—	Hennig, '86, S. 165.
-	1	?	109,4	—	Paterson, '93, S. 151.
-	5	♂	88,—	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	1	?	115,—	—	Turner, '86, S. 12.
-	5	♀	113,1	104—122	- '86, S. 12.
Amerika.					
Amerikaner im allgem.	5	?	106,1	—	Hennig, '86, S. 169.
- - -	3	♀	110,—	—	- '86, S. 169.
Alt-Peruaner	2	♂	108,7	—	Paterson, '93, S. 152.
Peruaner	2	♂	117,2	—	Verneau, '75, Tabelle.
-	3	♀	110,9	—	- '75, -
Botukuden	1	♂	103,1	—	- '75, -

Gruppe	Zahl der Objekte	Geschlecht	Mittel	Schwankungsbreite	Autor
Botokuden	1	♀	112,9	—	Hennig, '86, S. 169.
Charruas	1	♂	90,3	—	Verneau, '75, Tabelle.
Goytacazes	1	♂	111,7	—	- '75, -
-	1	♀	104,2	—	- '75, -
Bolivier	1	♂	85,—	—	- '75, -
Mexikaner	1	♀	105,1	—	- '75, -
Kreolen	1	♀	103,—	—	Tarenetzki, '00, S. 43.
Caracas	1	♀	100,—	—	- '00, S. 43.
Feuerländer	13	♂	102,6	—	R. Martin, '93, S. 31.
-	12	♀	112,—	—	- - '93, S. 31.
Eskimo	1	♂	139,—	—	Turner, '86, S. 22.
-	1	♀	106,—	—	- '86, S. 22.

Eine vergleichsweise Betrachtung des in diesen Listen gebrachten statistischen Materials werden wir besser an späterer Stelle mit Hilfe von bestimmten Gruppeneinteilungen der Kreuzbeinform vornehmen.

Den größten Sacralindex A, also das breiteste Kreuzbein, besaß unter dem von mir untersuchten Affenmaterial ein *Macacus* mit 163,—, während das siebenwirbelige Schimpansenkreuzbein den kleinsten Indexwert (56,9) besitzt. Unter den menschlichen Kreuzbeinen meiner Untersuchungsobjekte fand ich als größten Wert einen Index von 159, — bei einem Sacrum aus der Oberpfalz. Den kleinsten Sacralindex $A = 72{,}4$ besaß ein ungarisches Kreuzbein aus dem Mittelalter. In der Literatur finde ich in Verneaus Tabelle (1875) Maßangaben über ein männliches chinesisches Kreuzbein, das einen Sacralindex von nur 67,2 aufweist und das Minimum des von mir untersuchten Materials also übertrifft. Das von mir gewonnene Maximum hingegen ist meines Wissens nirgends in der Literatur wiederholt. Aus dem großen Abstande zwischen Maximum und Minimum des Sacralindex A (67,2—159) lernen wir die außerordentliche Variabilität dieses Index schätzen. Wir treffen also sowohl sehr schmale wie sehr breite Kreuzbeine an, können jedoch aus den nachfolgenden Statistiken, deren Mittelwerte ich aus den von mir selbst genommenen Maßen meines Materials und auch aus den Maßangaben andrer Autoren berechnete und zusammenstellte, schließen, daß im allgemeinen das weibliche Kreuzbein breiter ist als das männliche.

Die Mittelwerte für den Sacralindex *A* sind:

Für 37	Neger	unbekannten	Geschlechts	= 97,9
- 33	-	männlichen	-	= 91,4
- 18	-	weiblichen	-	= 103,6
- 13	Ägypter	unbekannten	-	= 105,4
- 7	-	männlichen	-	= 94,3
- 2	-	weiblichen	-	= 99,1
- 3	Andamanen	unbekannten	-	= 99,1
- 22	-	männlichen	-	= 94,8
- 35	-	weiblichen	-	= 103,4
- 8	Australier	unbekannten	-	= 102,4
- 14	-	männlichen	-	= 100,2
- 13	-	weiblichen	-	= 110,—
- 135	Europäer	unbekannten	-	= 107,7
- 63	-	männlichen	-	= 102,9
- 43	-	weiblichen	-	= 112,4
- 4	Lappländer	unbekannten	-	= 112,6
- 3	-	männlichen	-	= 95,2
- 1	-	weiblichen	-	= 153,3
- 16	Japaner	unbekannten	-	= 102,6
- 37	-	männlichen	-	= 101,5
- 36	-	weiblichen	-	= 107,1

William Turner (1886, S. 46) ist der erste, der für die verschiedenen Werte des Sacralindex bestimmte Termini anzuwenden sucht. Er schreibt darüber: »I propose to employ certain descriptive terms to express the differences in the relation of the length and breadth of this bone. As the Greek word ἱερὸν is the equivalent of the Latin sacrum, the term dolichohieric would express a sacrum in which the breadth exceeded the length.«

Zu diesen Bezeichnungen Turners — dolichohierisch = Index unter 100; platyhierisch = Index über 100 — glaubte Paterson (1893, S. 155) noch eine Zwischenstufe hinzufügen zu müssen. Er teilt also die Kreuzbeinform in drei Klassen ein:

1) in solche, die ausgeprägt dolichohierisch sind (Index unter 100),
2) in solche, die einen Index zwischen 100 und 106 haben (subplatyhierisch),
3) in solche, die einen Index über 106 haben (platyhierisch).

Wir wollen diese drei Termini auch für unsre Arbeit akzeptieren. Ordne ich nun meine Gruppen in diese Klassen ein, so erhalte ich

nachstehende Tabelle, in die alle vor dieser Arbeit publizierten und mir bekannt gewordenen Maßwerte des Sacralindex aufgenommen wurden.

Gruppe	Turner	Paterson	Verneau	Hennig	Tarenetzki	Koganei	Radlauer	Verschiedene Autoren
China	♂ dol.	♂ dol.	♂ ♀ dol.	♀ plt.	—	—	♂ ♀ plt.	—
Kabylen	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Annamiten	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Nubier	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Lappländer	♂ ♀ plt.	♂ ♀ plt.	♂ dol.	—	—	—	♂ ♀ plt.	—
Buschmann	♂ dol.	♂ ♀ dol.	♀ dol.	♀ dol.	—	—	♂ ♀ dol.	—
Malaien	♂ dol.	♀ dol.	—	♂ ♀ dol.	—	—	♂ ♀ dol.	—
Slawen	—	—	—	dol.	—	—	—	—
Bolivien	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Polynesier	♂ ♀ sbpl.	plt.	♂ dol.	plt.	—	—	dol.	—
Neu-Kaledonien	—	—	♂ ♀ dol.	—	—	—	—	—
Neger	♂ ♀ sbpl.	♂ ♀ sbpl.	♂ ♀ dol.	♂ ♀ dol.	♂ ♀ sbpl.	—	♂ ♀ dol.	—
Pondichéry-Einwohner	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Sundanesen	—	—	—	—	—	—	—	♂ ♀ dol. (R.)
Ägypter	—	plt.	♂ ♀ dol.	plt.	♀ dol.	—	dol.	—
Guanchen	♂ plt.	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Charruas	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Melanesier	—	(♀?) sbpl.	♂ dol.	♂ ♀ dol.	—	—	♂ ♀ dol.	—
Andamanen	♂ ♀ plt.	♂ ♀ dol.	—	♀ dol.	—	—	♂ ♀ plt.	♂ ♀ dol. (Flow.) ♀ plt. (Gar.)
Samojede	—	—	—	—	♂ ♀ dol.	—	—	—
Australier	♂ ♀ dol.	♂ ♀ plt.	♂ ♀ sbpl.	♂ ♀ plt.	—	—	—	♂ ♀ dol. (Sch.)
Senoi	—	—	—	—	—	—	—	♂ ♀ dol. (M.)
Neu-Guinea	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Hindu	♂ ♀ plt.	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Araber	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Türken	—	—	♂ dol.	—	—	—	—	—
Aino	—	—	—	sbpl.	♂ sbpl.	♂ ♀ plt.	—	♂ ♀ plt. (A.)
Mai Darat	—	—	—	—	—	—	—	dol. (Rob.)
Japan	—	—	—	plt.	—	♂ ♀ sbpl.	dol.	—
Korea	—	—	—	—	♂ sbpl.	—	—	—
Mani	—	—	—	—	—	—	—	sbpl. (Rob.)

Gruppe	Turner	Patterson	Verneau	Hennig	Tarenetzki	Koganei	Radlauer	Verschiedene Autoren
Panjabi	—	—	—	—	—	—	—	sbpl. (Ch.)
Java	—	—	♀ plt.	♀ sbpl.	—	—	—	sbpl. (G.)
Inder	♂ plt.	♂ sbpl.	♀ plt.	plt.	—	—	—	—
Tatar	—	—	—	—	♀ sbpl.	—	—	—
Kirgise	—	—	—	—	♀ sbpl.	—	—	—
Samojeden	—	—	—	-	♂ ♀ dol.	—	—	—
Ostjake	—	—	—	—	♂ ♀ sbpl.	—	—	—
Eskimo	♂ ♀ plt.	—	—	—	—	—	—	—
Europa	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	—	♂ ♀ plt.	♀ plt. (G. & Gar.)
Kelten	—	♂ sbpl.	—	sbpl.	—	—	—	—
Amerika	—	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	♂ ♀ sbpl.	—
Botokude	—	—	♂ sbpl.	♀ plt.	—	—	—	—
Goytacazes	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	—	—	—
Mexiko	—	—	♀ sbpl.	—	—	—	—	—
Kreole	—	—	—	—	♀ sbpl.	—	—	—
Caracas	—	—	—	—	♀ sbpl.	—	—	—
Feuerland	—	—	—	—	—	—	—	♂ ♀ plt. (M.)
Tasmanier	—	♂ ♀ plt.	—	-	—	—	—	—
Alt-Peruaner	—	♂ plt.	—	—	—	—	—	—
Peru	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	—	—	—
Germanen	—	—	—	plt.	—	—	—	—
Lybier	—	—	—	plt.	—	—	—	—
Madagaskar	—	—	♀ plt.	—	—	—	—	—
Bengale	—	—	♀ plt.	—	—	—	—	—
Meschtscherjake	—	—	—	—	♂ plt.	—	—	—
Aleute	—	—	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	—
Giljake	—	—	—	—	♂ ♀ plt.	—	—	—
Asien	—	♂ plt.	—	—	—	—	dol.	—
Negrito	—	—	—	plt.	—	—	plt.	—
Philippinen-Bewohner	—	—	—	plt.	—	—	—	—
Semang	—	—	—	—	—	—	—	♂ plt. (D.)

In der letzten Kolonne, welche die Bezeichnung: »Verschiedene Autoren« trägt, ist Görtz mit G. zwecks Abkürzung bezeichnet, ebenso Garson mit Gar. An Stelle von Anutschin ist A. gesetzt worden, für Rud. Martin = M. Für Duckworth = D.; Robinson = Rob.; Havelock Charles = Ch.; Römer = R.; Scharlau = Sch.; Flower = Flow.

Bei Betrachtung umstehender Tabelle wollen wir unser Augenmerk hauptsächlich auf besonders prägnant hervorspringende Übereinstimmungen oder Differenzen richten, die bei den Resultaten der einzelnen Autoren in den jeweiligen Kategorien zutage treten.

Die Einordnung in die dolichohierische, subplatyhierische, als auch platyhierische Gruppe ist nach dem Mittelindex erfolgt, wie er sich aus der Berechnung ergab, ohne Rücksicht auf die Zahl der untersuchten Objekte, wobei ich den niedrigsten Wert obenanstellte. Deshalb begegnen wir in den obersten Rubriken der Bezeichnung: dolichohierisch, während am Schluß der Tabelle nur noch platyhierische Sacra verzeichnet sind. Einige anthropologisch wichtige Resultate dürften sich noch daraus feststellen lassen.

So finden wir in betreff des männlichen chinesischen Kreuzbeines eine deutliche Übereinstimmung in den Resultaten der einzelnen Autoren Turner, Paterson und Verneau. Hier kennzeichnet die Dolichohierie die betreffende Gruppe. Hingegen erscheint das weibliche chinesische Sacrum platyhierisch (Hennig und meine Untersuchungen), was ja übrigens nur die bereits geäußerte Meinung von dem besonderen, die Breite betonenden Sexualcharakter des weiblichen Kreuzbeines bestätigt. Ganz ausgezeichnet deutlich finden wir die dolichohierische Form am Kreuzbein des Buschmannes, gleichviel welchen Geschlechts. Hier stimmen die Resultate von fünf Autoren überein. Wenn wir z. B. dagegen die europäischen Kreuzbeine betrachten, sind wir durch die Einigkeit erstaunt, mit der sämtliche vier aufgeführte Autoren diese Kreuzbeinform als platyhierisch bezeichnen. Das Sacrum eines Buschmannes und dasjenige eines Europäers zeigen also einen deutlichen Unterschied.

Auch in betreff des Kreuzbeines der Malaien kommen vier Autoren zu demselben Resultat, daß dieses Sacrum als dolichohierisch zu bezeichnen sei. Die Neger können wir sowohl in die dolichohierische wie auch in die subplatyhierische Gruppe stellen, da für jede dieser Ansichten drei Autoren sich gegenüberstehen. Hingegen geht mit Bestimmtheit aus unsrer Tabelle hervor, daß das Negerkreuzbein im allgemeinen nicht als platyhierisch zu bezeichnen ist. In betreff des Australierkreuzbeines widersprechen sich die Angaben der einzelnen Autoren, was wohl hauptsächlich eine Folge des geringen bisher untersuchten Materials sein dürfte. Scharlau, der fünf männliche und drei weibliche Sacra messen konnte, stellt die männlichen Sacra in die dolichohierische, die weiblichen jedoch in die platyhierische Gruppe. Der letztgenannten Ansicht stimmt Hennig bei. Auch

Paterson, der eine größere Anzahl Sacra als Scharlau zur Verfügung hatte, nämlich acht männliche und sechs weibliche, bezeichnete ebenfalls das weibliche Kreuzbein als platyhierisch. Anderseits ergab aber bei ihm die Berechnung für das männliche die Einreihung in die subplatyhierische Gruppe. Sieben australische Kreuzbeine männlicher Herkunft untersuchte Turner, der zu demselben Resultat wie Scharlau kam. Hiernach könnte man wohl annehmen, daß der etwas höhere mittlere Index, zu dem Paterson bei Prüfung seiner männlichen Kreuzbeine kam, vom Zufall herrührt, der ihm gerade einige außergewöhnlich breite Knochen in die Hände spielte. Indessen ist mit Bestimmtheit zu behaupten, daß das weibliche Australierkreuzbein platyhierisch ist, da hierin alle Autoren, die eine nennenswerte Zahl Sacra gemessen haben, übereinstimmen. Für das Ainokreuzbein geht aus der Tabelle hervor, daß es in der Regel nicht dolichohierisch ist. Vier Autoren haben es der platyhierischen und subplatyhierischen Gruppe zugewiesen.

Von Japanersacra standen mir selbst leider zu wenig Exemplare zur Verfügung. Als Autorität müssen wir hier Koganei und Osawa gelten lassen, die 37 männliche und 36 weibliche japanische Kreuzbeine untersuchten. Nach ihnen ist das japanische männliche Sacrum subplatyhierisch, das weibliche platyhierisch. Die Panjabi (Inder) untersuchte allerdings nur ein Autor, indessen basieren seine Resultate auf einem ziemlich umfangreichen Material. Hav. Charles fand den Mittelindex von 39 männlichen Panjabikreuzbeinen an der Grenze zwischen Dolichohierie und Subplatyhierie gelegen, die acht weiblichen Sacra waren jedoch deutlich subplatyhierisch. Dagegen sind die übrigen indischen Kreuzbeine, sowohl männlichen wie auch weiblichen Geschlechts nach den Resultaten von vier Autoren als ausgesprochen breiter als lang zu betrachten.

Die Untersuchung der übrigen Gruppen stützt sich zumeist auf ein zu geringes Material, so daß es uns jetzt noch nicht erlaubt sein darf, daraus bestimmte Schlüsse abzuleiten. Indessen sieht man aus allen Zahlen deutlich, daß das weibliche Kreuzbein breiter als das männliche ist.

Um dem Leser ein übersichtliches Bild über die Resultate der einzelnen Autoren zu geben, habe ich folgende Reihe aufgestellt:

Reihe der Indices:

Sacralindex.

83: Malaien (H.).
84: Slawen (H.), Buschmänner (H.).
87: Sundanesen (R.).
88: Polynesier (V.).
89: Neu-Kaledonier (V.), Buschmänner (P.).
90: Neger (Tar.), Melanesier (Radl.).
91: Buschmänner (P.), Neger (V.).
92: Malaien (P.), Ostafrikaner (Radl.).
93: Australier (Sch.).
94: Andamanen (F.), Sundanesen (R.), Ägypter (V.).
95: Malaien (T.), Melanesier (V.).
96: Andamanen (P.), Polynesier (T.), Neger (H.), Neger (Radl.), Formosaner (Radl.).
97: Buschmänner (Radl.).
98: Buschmänner (T.), Malaien (H.).
99: Australier (T.), Buschmänner (V.), Asien (Radl.), Birmanen (Radl.).
100: Polynesier (Radl.), Westafrikaner (Radl.).
101: Malaien (Radl.), Australier (Radl.), Livland und Estland (Radl.).
102: Melanesier (P.), Neger (H.), Inder (P.).
103: Andamanen (P.), Amerikaner (Radl.), Feuerländer (Radl.).
104: Kaukasische Stämme (Radl.), Australier (V.), Australier (P.), China und Japan (Radl.), Oberbayern (Radl.).
105: Österreich (ohne Tirol) (Radl.).
106: Andamanen (F.), Melanesier (H.), Australier (Gar.), Schwaben (Radl.), Pfälzer (Radl.).
107: Andamanen (Gar.), Australier (Sch.), Bayern (Radl.), Negrito (Radl.), Ägypter (P.), Usa (Ural) (Radl.).
108: Europa (Radl.).
109: Andamanen (Radl.).
110: Neu-Kaledonier (V.), Malaien (P.), Alpenvölker (Radl.).
111: Andamanen (T.), Peruaner (V.), Tiroler (Radl.), Italiener (Radl.).
112: Neger (Tar.), Franken (Radl.).
113: Neger (T.), Polynesier (T.), Schweizer (Radl.).
115: Neger (P.), Australier (H.).

116: Australier (H.).
117: Australier (P.), Europäer (Gar.).
119: Inder (H.), Europäer (G.).
120: Germanen (H.).

Die vergleichsweise Betrachtung dieser Statistik ergibt neben einigen befriedigenden Resultaten auch viele Widersprüche in den Aussagen der einzelnen Autoren, auf die vorher bereits hingewiesen wurde.

E. Verjüngung der Form des Kreuzbeines nach unten.

Das Kreuzbein besitzt bekanntlich die Gestalt einer Pyramide, deren Basis nach oben und deren Spitze nach unten gerichtet ist. Infolgedessen nimmt die Breite des Sacrum von oben nach unten an Ausdehnung ab. Um diese Verjüngung der Form nach unten auch in Zahlen ausdrücken zu können, habe ich an meinem Untersuchungsmaterial an drei Stellen des Kreuzbeines bestimmte Maße genommen. So erhielt ich obere, mittlere und untere Breitenmaße. Die obere Breite habe ich bereits bei Gelegenheit des Sacralindex behandelt. Ebenso wie ich bei jenem Maße neben der geraden auch die Bogenbreite untersucht habe, wurde natürlich gleichfalls bei dem mittleren Maße auf gerade und Bogenbreite Rücksicht genommen. Es zeigte sich jedoch, daß die Differenz zwischen diesen beiden Dimensionen im Niveau der mittleren Breite sehr gering ausfällt, manchmal direkt verschwindend klein zu nennen ist.

Für die Breitendimensionen im allgemeinen ist die Entwicklung der Länge der Kreuzbeinflügel, die bekanntlich die Verbindung mit dem Ileum darstellen, von besonderer Tragweite. Da das menschliche Becken mit seiner Querspannung dasjenige der Vierfüßler um ein bedeutendes übertrifft, hält man nicht nur eine starke Ausbildung der Kreuzbeinflügel für eine spezifisch menschliche Eigenschaft, sondern Frenkel (1873, S. 404) führt sogar die relativ größere Breite des weiblichen Kreuzbeines gegenüber dem männlichen auf eine stärkere Entwicklung der Kreuzbeinflügel zurück. Frenkel schreibt dazu: »Wenn man die Breite des Zwischenraumes zwischen dem rechten und linken vordersten Sacralloch (statt der nicht bestimmbaren Breite des mittleren Teiles eines Wirbelkörpers) und die größte Breite eines Sacralwirbels (auf seiner ventralen Fläche hin) mißt, die Breite jenes intervertebralen Abschnittes = 1 setzt und dies an einer Anzahl männlicher und weiblicher Kreuzbeine vollführt, so ergibt sich als

das aus den so erhaltenen Verhältniszahlen für beide Geschlechter gefundene Mittel, daß beim weiblichen Geschlecht die Breite des intervertebralen Abschnittes zur größten Breite des ersten Sacralwirbels sich wie 1 : 4,01, beim männlichen wie 1 : 3,52 verhält. Das ventrale Seitenstück erreicht demnach am weiblichen Sacrum die relative Länge 1,50; am männlichen dagegen nur 1,26. Man sieht, daß die letzte Zahl zur ersteren in dem Verhältnisse 1 : 1,19, also fast = 1 : 1,2 steht.«

Was Frenkel unter »ventralem Seitenstück« versteht, das führt die neue anatomische Nomenklatur unter der Bezeichnung »Kreuzbeinflügel« auf. Einige Maßzahlen der Länge der Kreuzbeinflügel vom ersten Sacralwirbel veröffentlichte Hennig (1886, S. 192). Diese Maßzahlen sind:

Europäer	neugeboren	6 mm
-	1 Jahr alt	9 -
-	6 Jahre alt	29 -
-	12 Jahre alt	34 -
	erwachsen	36 -
Philippinenbewohner		28 -
Andamanen		29 -
Maori		29 -
Aino		31 -

Demnach schien es, als ob tatsächlich zwischen den europäischen und den außereuropäischen Kreuzbeinen eine deutliche Verschiedenheit in der Länge der Kreuzbeinflügel bestände. Indessen werden die Resultate weder durch die Untersuchungen von Römer (1896, Tabelle) noch durch meine eigenen bestätigt. Römer veröffentlichte die Maßzahlen der Flügellänge von fünf sundanesischen Kreuzbeinen. Bei einem männlichen Sundanesensacrum fand der Autor 38 mm Flügellänge, bei vier weiblichen im Durchschnitt 36 mm bei einer Schwankungsbreite von 34—40 mm. Meine eigenen Resultate lauten:

Mittelwerte der Flügellänge.

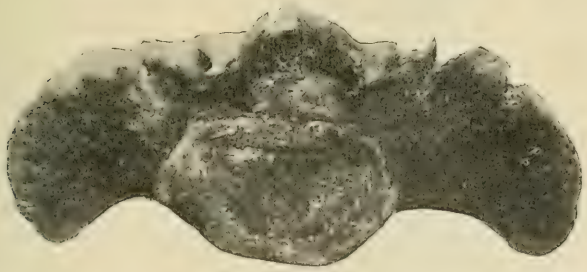
Bei	9	Birmanen	rechts	30	mm	links	33 mm
-	2	Senoi	-	35	-	-	34 -
-	1	Auvergnaten	-	—	-	-	31 -
-	14	Uralbewohnern (Usa)	-	34	-	-	35 -
-	2	Italienern	-	42	-	-	43 -

Bei	22	Tirolern	rechts 33 mm	links 36 mm	
-	6	Schweizern	- 34 -	- 35	-
-	2	Alamannen	- 36 -	- 39	-
-	3	Feuerländern	- 33 -	- 36	-
-	1	Ägypter	- 31 -	- 34	-

Die durchschnittliche Flügellänge aus den Einzelzahlen beträgt rechts 33 mm; links 35 mm.

Bemerkenswert ist vor allem, daß nur in vereinzelten Fällen auf beiden Seiten die Länge der Kreuzbeinflügel gleich ist. Meistens ist die linke Pars lateralis länger als die rechte (s. Fig. 3); hier und da trifft jedoch auch das Umgekehrte zu. Bei 16,1% aller untersuchten Sacra erwies sich die Länge des rechten Kreuzbeinflügels gleich derjenigen des linken; bei nur 6,5% der Fälle übertraf die rechte Flügellänge die linke; hingegen zeigte sich bei 77,4% die auffallende Erscheinung, daß der linke Kreuzbeinflügel länger als der rechte ist (vgl. auch unter Krümmungen, Abschnitt F).

Fig. 3.



Obere Ansicht eines Kreuzbeines zur Veranschaulichung der größeren Breite und geringeren Krümmung der linken Seitenmasse.

Wir wenden uns nun zu den Breitenmaßen des Gesamtkreuzbeines:

Weil die Gestalt des Kreuzbeines pyramidenförmig ist, wird natürlich die mittlere Breite kleiner sein als die obere; ebenso wird die untere Breite kleiner sein als die mittlere. Dies trifft auch tatsächlich bei allen von mir untersuchten Kreuzbeinen zu, auch habe ich in der bezüglichen Literatur nichts Gegenteiliges gefunden. Nur bei einem einzigen der etwa 500 Kreuzbeine meines Untersuchungsmaterials war die mittlere Breite um 3 mm größer als die obere Breite. Es zeigte sich jedoch, daß dieses Sacrum zu einem Skelet gehörte, das

stark rhachitische Merkmale aufwies. Deshalb müssen wir es aus unsrer Betrachtung ausschalten.

Über die »mittlere gerade Breite« sind die Angaben in der Literatur ein wenig zahlreicher als über die Flügellänge. Außer Verneau (1875, S. 18) hat dieses Maß auch noch Flower (1880, S. 134) genommen. Als Durchschnittswerte für die »mittlere gerade Breite« von acht männlichen Andamanenkreuzbeinen fand Flower = 96 mm; als Durchschnittswerte von neun weiblichen derselben Gruppe = 74 mm. Die Durchschnittszahlen Verneaus sind:

Mittlere gerade Breite:

Für	2	Araber	♂	75 mm	
-	21	Neger	♂	79 -	82 mm
-	9	Neger	♀	84 -	
-	5	Polynesier	♂	83 -	
-	1	Australier	♂	76 -	83 -
-	2	Australier	♀	89 -	
-	7	Ägypter	♂	86 -	85 -
-	1	Ägypter	♀	83 -	
-	2	Peruaner	♂	92 -	87 -
-	3	Peruaner	♀	82 -	
-	12	Neu-Kaledonier	♂	83 -	87 -
-	3	Neu-Kaledonier	♀	91 -	
-	63	Europäer	♂	92 -	88 -
-	35	Europäer	♀	85 -	
-	2	Lappländer	♂	90 -	
-	2	Lappländer	♂	101 -	

Meine eignen Resultate lauten:

Mittlere gerade Breite:

Für	1	*Lemur*	19 mm	Für	2	Ägypter	74 mm
-	1	*Hylobates*	21 -	-	8	Negrito	74 -
-	1	Schimpansen	46 -	-	1	Türken	74 -
-	1	Orang-Utan	48 -	-	1	Inder	74 -
-	5	Gorilla	59 -	-	28	Neger	75 -
-	2	Senoi	65 -	-	9	Formosaner	75 -
-	3	Andamanen	70 -	-	3	Ungarn	80 -
-	11	Birmanen	73 -	-	5	Chines. u. Japan.	80 -
-	4	Malaien	73 -	-	2	Siamesen	80 -

Für	2	Polynesier	81 mm	Für	11	Kaukasier	87 mm
-	6	Melanesier	82 -	-	162	Europäer im allg.	88 -
-	1	Aino	84 -	-	72	Bayern	88 -
-	44	Schweizer	85 -	-	8	Italiener	88 -
-	12	Amerik. im allg.	86 -	-	5	Feuerländer	89 -
-	22	Tiroler	86 -	-	2	Preußen	90 -
-	4	Lappländer	86 -	-	9	Österreicher (ohne Tiroler)	90 -
-	10	Usa (Ural)	86 -				
-	1	Perser	87 -	-	3	Livländ. u. Esten	96 -

Vergleicht man VERNEAUS Liste mit der meinigen, so erkennt man, daß in betreff des europäischen Kreuzbeines beidemal das gleiche Resultat erreicht wurde. Von den andern größeren Gruppen zeigen hingegen die Maße von VERNEAU und mir an den Negerkreuzbeinen eine beträchtliche Differenz. Die übrigen Gruppen bestehen aus zu wenig Objekten, um sie vergleichsweise betrachten zu können. Ihre Veröffentlichung erfolgt nur zwecks Sammlung des geringen und zerstreuten Materials.

Um nun noch die Breitendimensionen der oberen Fläche der Partes laterales sacri feststellen zu können, nahm ich folgende zwei Messungen vor:

1) Entfernung der hinteren Ecken der Partes laterales voneinander;
2) die obere gerade Breite in der Median-Frontalebene des Kreuzbeines.

Die Entfernung der hinteren Ecken der Partes laterales voneinander wird naturgemäß je nach der Entwicklung des Kreuzwirbelkörpers, also der Basis des Kreuzbeines, verschieden sein. VERNEAU (1875, S. 18) hat das Maß ebenfalls genommen und bestimmt es in folgender Weise: »Largeur du Sacrum en arrière aux sommets des apophyses transverses de la première vertèbre sacrée.« Die Durchschnittswerte der wichtigeren Gruppen VERNEAUS sind:

Für	2	Araber	♂	80 mm	
-	2	Lappländer	♂	83 -	
-	21	Neger	♂	83 -	83 mm
-	9	-	♀	83 -	
-	1	Australier	♂	85 -	84 -
-	2	-	♀	82 -	
-	2	Peruaner	♂	84 -	85 -
-	1	-	♀	86 -	

Für 12	Neu-Kaledonier	♂	86 mm	} 87 mm	
- 2	-	♀	88 -		
- 63	Europäer	♂	93 -	} 90 -	
- 35	-	♀	86 -		
- 7	Ägypter	♂	87 -	} 90 -	
- 1	-	♀	92 -		
- 5	Polynesier	♂	93 -		
- 2	Türken	♂	100 -		

Demgegenüber sind meine eignen Resultate:

Entfernung der hinteren Ecken der Partes laterales voneinander.

Ägypter	68 mm
Italiener	73 -
Senoi	77 -
Birmanen	77 -
Schweizer	78 -
Europäer im allgemeinen	80 -
Tiroler	81 -
Usa (Ural)	81 -
Alamannen	87 -

Bei der Vergleichung von VERNEAUS Tabelle mit der meinigen stellt es sich heraus, daß im allgemeinen meine Maße geringer sind als die des genannten Autors. Es ist wahrscheinlich, daß diese Differenz in der Verschiedenheit der Maßmethoden ihre Ursache hat. Da »les sommets des apophyses transverses« keine einheitliche Spitze, sondern eher eine kleine Fläche darbieten, hängt die Art des Messens auch sehr von der individuellen Ansicht des Messenden ab. Deshalb erweist sich dieses Maß nicht als besonders vorteilhaft.

Die »obere gerade Breite in der Median-Frontalebene des Kreuzbeines« definiert VERNEAU (1875, S. 18) folgendermaßen: »Largeur du sacrum à la base: largeur maxima de la face supérieur de cet os.« Ich habe geglaubt, dieses Maß deshalb abweichend von VERNEAU benennen zu müssen, weil man gewöhnlich unter Sacralbasis nicht die gesamte obere Fläche des Kreuzbeines versteht, also die Summe aus Kreuzwirbel, transversalen und costalen Fortsätzen, sondern nur die Oberfläche des Wirbelkörpers des ersten Sacralsegments. Die Endpunkte dieses Breitenmaßes, die also in den Ileo-Sacralarticulationsrändern liegen, weisen bei vielen Kreuzbeinen merklich

eine prägnante Einkerbung auf, die den costalen und spinalen Teil des Knochens voneinander trennt. Wo sich dieses Merkmal zeigte, ist selbstverständlich die Messung an den medialen Winkeln der Trennungsbucht vorgenommen worden. Da indessen die »obere gerade Breite in der Median-Frontalebene des Kreuzbeines« nicht immer mit VERNEAUS »Largeur à la base« zusammenfällt, wird eine Vergleichung beider Maße illusorisch. Meine Resultate lauten:

17	niedere Affen	im Durchschnitt	39 mm
11	Anthropoiden	- -	50 -
3	Schweizersbild	- -	71 -
2	Ägypter	- -	88 -
3	Andamanen	- -	91 -
2	Senoi	- -	92 -
11	Birmanen	- -	92 -
30	Neger	- -	94 -
2	Siamesen	- -	94 -
5	Feuerländer	- -	97 -
7	Formosaner	- -	98 -
6	Melanesier	- -	100 -
10	Österreicher u. Ungarn (ohne Tiroler)	- -	100 -
12	Amerikaner	- -	101 -
30	Tiroler	- -	101 -
41	Schweizer	- -	102 -
5	Chinesen und Japaner	- -	102 -
8	Negrito	- -	103 -
12	Usa (Ural)	- -	104 -
3	Alamannen	- -	105 -
8	Italiener	- -	105 -
3	Polynesier	- -	105 -
11	Kaukasier	- -	107 -
90	Bayern	- -	108 -
4	Livländer und Esten	- -	108 -
4	Lappländer	- -	116 -
2	Preußen	- -	116 -

Diese Liste ergänzt insofern unsre Resultate der Messung der vorderen Kreuzbeinbreiten, als daraus hervorgeht, daß die europäischen Sacra ebenfalls in den oberen Breitendimensionen die außereuropäischen Kreuzbeine im allgemeinen übertreffen.

Bringt man die mittlere Breite in ein Verhältnis zur oberen

Breite, bezieht man ebenso die untere Breite auf die mittlere oder obere, so ist man in den Stand gesetzt, die Verjüngung der Form des Kreuzbeines nach unten in Zahlen ausdrücken zu können. Zu diesem Zwecke habe ich drei Indices gewählt, den oberen, mittleren und ganzen Breitenindex.

$$\text{Oberer Breitenindex des Sacrum} = \frac{\text{Gerade mittlere Breite} \times 100}{\text{Gerade obere Breite.}}$$

$$\text{Mittlerer Breitenindex des Sacrum} = \frac{\text{Gerade untere Breite} \times 100}{\text{Gerade mittlere Breite.}}$$

$$\text{Ganzer Breitenindex des Sacrum} = \frac{\text{Gerade untere Breite} \times 100}{\text{Gerade obere Breite.}}$$

Je größer der obere Breitenindex ist, desto kleiner ist die Differenz zwischen gerader mittlerer und gerader oberer Breite, d. h. desto weniger ausgeprägt ist die Convergenz der seitlichen Articulationsränder des Kreuzbeines nach unten. Ebenfalls den Grad der Verjüngung der Sacralform nach unten zeigen auch die beiden andern Indices an.

Die Mittelwerte dieser drei Indices für die einzelnen Gruppen sind aus der Indextabelle zu ersehen. An dieser Stelle möchte ich nur die Durchschnittswerte für einige umfassende Gruppen meines Materials nennen.

	Oberer Breitenindex	Mittlerer Breitenindex	Ganzer Breitenindex
Niedere Affen	—	—	60,7
Anthropoiden	73,8	63,5	51,1
Asiaten	78,—	67,8	53,—
Australier und Ozeanier	78,4	74,5	57,5
Amerikaner	78,5	67,5	52,3
Europäer	80,4	66,9	54,1
Neger	81,5	73,5	59,6

Den größten durchschnittlichen »oberen Breitenindex« fand ich unter meinem Materiale bei den Polynesiern mit 83,5. Hingegen sinkt bei dieser Gruppe der Wert für den »mittleren Breitenindex« auf 72,6, eine Zahl, die von andern Gruppen vielfach übertroffen wird. Die Polynesier haben also nach meinen Untersuchungen im obersten Teil des Sacrum keine sehr stark ausgesprochene Convergenz, jedoch beginnen die Sacralränder sich von der unteren Spitze der Facies auricularis an mehr einander zuzuneigen. Als individuelles Maximum ergab sich für den »oberen Breitenindex« ein Wert

von 102,9 bei einem mittelalterlichen schweizerischen Kreuzbeine. Den größten »mittleren Breitenindex« treffen wir beim Orang-Utan mit 83,3; den nächstgrößten menschlichen Index weisen mit 75,8 die westafrikanischen Neger auf. Das Kreuzbein des Orang-Utan zeigt also in seinem unteren Teil am wenigsten die Tendenz, eine Apex zu bilden; in dieser Eigenschaft kommt ihm der westafrikanische Neger am nächsten.

Der »ganze Breitenindex« gibt uns die Convergenz der Sacral-Seitenränder in ihrer gesamten Ausdehnung an. Den größten »ganzen Breitenindex« besitzt mit einem Werte von 66,— ebenfalls der Orang-Utan, nächst ihm unter dem menschlichen Material mit 61,2 wieder der westafrikanische Neger. Mit gutem Recht werden wir also behaupten können, daß das Kreuzbein des Orang-Utan und des westafrikanischen Negers am wenigsten die Verjüngung der Form nach unten zeigt.

Den kleinsten durchschnittlichen »oberen Breitenindex« finden wir mit 72,7 bei den Malaien. Den kleinsten »mittleren Breitenindex« besitzt indessen diese Gruppe nicht, an deren Stelle treten beim Menschen mit einem Indexwert von 62,3 die Tiroler. Um ein bedeutendes werden diese Alpenbewohner an Convergenz der Seitenränder ihres Kreuzbeines noch vom Gorilla übertroffen, der einen Index von 56,7 aufweist. Den kleinsten »ganzen Breitenindex« erreicht ebenfalls der Gorilla mit 42,5. Wenn wir uns die kurz vorher erwähnten Beobachtungen über den »größten Breitenindex« ins Gedächtnis zurückrufen, so haben wir einen deutlichen Gegensatz zwischen dem Kreuzbein des Orang-Utan und demjenigen des Gorilla zahlenmäßig festlegen können. Das Orangsacrum zeigt, soweit unser Material einen Schluß zuläßt, eine Kreuzbeinform, die sich im wesentlichen nicht stark nach unten verjüngt, während das Gorillasacrum eine starke Convergenz der Seitenränder nach unten aufweist. Unter den menschlichen Kreuzbeinen zeichnen sich die Sacra aus Formosa, mit einem »ganzen Breitenindex« von 49,9 vor dem übrigen menschlichen Materiale aus. Auch die Tiroler weisen wiederum einen sehr kleinen »ganzen Breitenindex« auf, nämlich 50,5. Wir können nicht umhin, diese Gruppe ebenfalls in einen gewissen Kontrast zu den westafrikanischen Negern zu setzen, die uns bereits durch ihren großen »ganzen Breitenindex« auffielen. Es muß also betont werden, daß nach unsern Untersuchungen die Tirolerkreuzbeine durch schöne ausgeprägte Convergenz der Seitenränder nach unten einen prägnanten Gegensatz zu dem Sacrum der westafrikanischen Neger bilden.

Man wird leicht begreifen, daß diese Convergenz der Seitenränder nach unten in Zusammenhang mit der Bildung des Apex sacri steht. Dabei tritt eine eigentümliche Erscheinung zutage. An einem Teil meines Materials bilden die Seitenränder kurz über der Kreuzbeinspitze einen Winkel, über den Paterson (1893, S. 134)

Fig. 4 *a*. Fig. 4 *b*.

Verschiedene Ausbildung der Seitenränder des Kreuzbeines. *a* eines Senoi; *b* eines Negers.

folgendes berichtet: »The inferior lateral angle of the sacrum is usually well marked and prominent. Sometimes, however, it is obtuse or badly marked, especially in cases where the sacrum is composed of six bones, either by assimilation of the first caudal, or of the last lumbar vertebra.«

Gestützt auf meine Untersuchungen halte ich das Auftreten des Seitenwinkels am Kreuzbein allerdings nicht an die von Paterson angeführten Begleiterscheinungen in der Gestaltung des Sacrum gebunden. Wenigstens konnte ich einen besonderen Zusammenhang zwischen den Variationen in der Zusammensetzung des Kreuzbeines und dem Seitenwinkel nicht finden. Vielmehr bin ich der Ansicht, daß der Seitenwinkel in Korrelation auftritt mit der Verjüngung der Sacralgestalt nach unten. Allerdings liegt es nahe, anzunehmen, daß dieser untere Seitenwinkel von Wichtigkeit bei der Betrachtung der Variationen in der Zusammensetzung des Kreuzbeines ist. Wenn der Seitenwinkel ausgeprägt ist, so läßt sich leichter eine Articulation des Sacrum mit dem Coccyx vorstellen, da sich das Kreuzbein mit dem Steißbein auch mittels seiner Partes laterales verbindet. Bei einzelnen Sacra erkennt man sogar deutlich, wie vom seitlichen

Winkel eine Zunge herabreicht, die gewissermaßen ein fünftes halbes Foramen sacrale zu bilden beginnt. Unter den einzelnen Gruppen meines Materials zeigt sich der untere Seitenwinkel in folgendem prozentualen Verhältnis:

	stark ausgeprägt	schwach ausgeprägt	fehlend
Niedere Affen	65%	—	35%
Anthropoiden	57%	36%	7%
Neger	70%	26%	4%
Amerikaner	78%	11%	11%
Feuerländer	60%	20%	20%
Asiaten	53%	47%	—
Formosaner	57%	43%	—
Chinesen und Japaner	100%	—	—
Birmanen	33%	67%	—
Australier und Ozeanier	87%	13%	—
Melanesier	83%	17%	—
Negrito	88%	12%	—
Europäer	74%	19%	7%
Bayern	77%	17%	6%
Schweizer	78%	18%	4%
Tiroler	65%	25%	10%
Alpenvölker	72%	21%	7%
Österreicher (ohne Tiroler)	86%	14%	—
Italiener	75%	25%	—
Usa (Ural)	83%	—	17%
Kaukasier	90%	10%	—
	73%	21%	6%

Hie und da tritt der untere Seitenwinkel auch nur an einer Seite auf, wodurch die Symmetrie der Vorderfläche des Sacrum gestört wird.

F. Krümmungsverhältnisse des Sacrum.

Die Längskrümmung des Kreuzbeines ist bereits von mehreren Autoren als eins der wichtigsten Merkmale angesehen und vergleichsweise behandelt worden. Die Längskurve beginnt beim Menschen in der Mitte des dritten Fötalmonates sich auszuprägen. Ursprünglich steht sie mit der primären ventral konkaven Curvatur der ganzen embryonalen Wirbelsäule in Zusammenhang. Infolge der

Articulation des Beckengürtels mit dem Sacrum tritt eine Teilung der einheitlichen Krümmung der gesamten Wirbelsäule auf, indem sich das Promontorium bildet. Derart zeigt sich am Kreuzbein eine diesem Abschnitte der Wirbelsäule eigene Krümmung, die noch dadurch verstärkt wird, daß sich — wie Frenkel (1873, S. 401) annimmt — nur an den obersten drei Sacralwirbeln ein costales Element entwickelt. Hierzu schreibt Frenkel: »Die ventralen Seitenstücke haben nämlich im fertigen Zustande die Gestalt eines mit seinem abgestumpften Ende dem Wirbelkörper anliegenden Kegels, der mit einem etwas abgeplatteten Teil seiner Mantelfläche dem oberen Schenkel des Seitenfortsatzes angefügt ist, während der übrige Teil der Mantelfläche der freien Oberfläche des Seitenfortsatzes angehört. Die breite, kreisförmige Grundfläche des Kegelstumpfes schaut seitwärts nach außen und stellt einen Teil der Seitenfläche des Kreuzbeines dar. Die dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze nehmen mit ihrem distalen Ende an der Bildung der Seitenflächen einen kaum nennenswerten Anteil, indem sie durch die stark verbreiterten Enden der ventralen Seitenstücke an den drei vorderen Sacralwirbeln von der Berührung mit den Seitenteilen der angrenzenden Wirbel fast ausgeschlossen sind. Anders verhält es sich an den beiden letzten Sacralwirbeln, an denen die ventralen Seitenstücke gänzlich fehlen. Die Enden ihrer Querfortsätze sind durch schmale, allmählich verknöchernde Knorpelbrücken mit den Enden der seitlichen Fortsätze des je vorhergehenden Wirbels verbunden.« Hieraus folgert Frenkel, daß man bei Betrachtung der Seitenfläche des Kreuzbeines zwischen zwei von ganz verschiedenen Ossificationscentren gebildeten Knochenteilen unterscheiden müsse. Der eine Teil der Seitenfläche wird von den Querfortsätzen der Sacralwirbel gebildet, und dies ist »nur der schmale, dorsale, auf die beiden letzten Wirbel fortgesetzte Rand«. Die ganze übrige Seitenfläche ist das Produkt der costalen Elemente. Die Konvexität des Kreuzbeines nach oben (bzw. beim Menschen nach hinten) erscheint dadurch »als eine Folge der starken ventralen Verbreiterung und dorsalen Verschmälerung« durch die Enden der Seitenfortsätze der drei vorderen (oberen) Wirbel.

Die exakteste Fixierung der Längskurve wird naturgemäß durch die Zeichnung erreicht. Zu diesem Zwecke wurde das Kreuzbein mittels einer seiner Gelenkflächen auf eine wächserne Unterlage gedrückt und derart befestigt, daß die Median-Sagittalebene des Sacrum sich genau in horizontaler Lage befand. Alsdann wurde der obere Zeiger des Martinschen Diagraphen auf die Median-Sagittal-

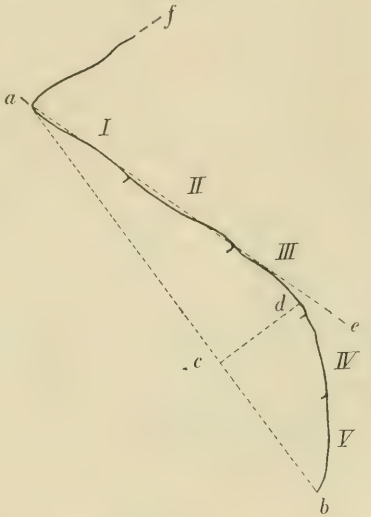
ebene des Sacrum eingestellt und an der Kreuzbeinkurve entlang geführt, so daß der mit einem Bleistift versehene untere Zeiger des Diagraphen die Sacralkurve auf ein unter dem Apparat befindliches Blatt Papier zeichnete.

Eine Beschreibung der bisher geübten Methode, die Sacralkurve graphisch darzustellen, gibt uns PATERSON (1893, S. 155): »A narrow strip of lead was accurately pressed against the anterior surface of the sacrum, and the limitations of the several component vertebrae were scratched upon it. The strip was then placed on edge on a sheet of paper and fixed down by means of needle-points, soldered to the front of the lead. The curve could in this way be accurately reproduced.«

Es ist leicht einzusehen, daß diese Methode eine bedeutend mühsamere und dazu weniger genaue als die für diese Arbeit angewandte ist.

Um den Grad der Biegung der Kurve festzustellen, wird man am besten die »größte Bogenhöhe« benutzen (Fig. 5). Dieses Maß ist auch schon mehrfach in früheren Arbeiten angewandt worden. Bei Untersuchung der »größten Bogenhöhe« wird es natürlich von besonderer Wichtigkeit sein, zu wissen, an welcher Stelle das Kreuzbein die größte Bogenhöhe aufweist. Zu diesem Zwecke habe ich sowohl festgestellt, in der Höhe des wievielten Sacralsegmentes die größte Höhe der Kurve sich befindet, als auch die Entfernung des Promontoriums von der Lage der größten Bogenhöhe gemessen.

Fig. 5.



Vordere Median-Sagittalkurve des Kreuzbeines. *c—d* größte Bogenhöhe, senkrecht auf die Verbindungslinie des Promontoriums mit dem Kreuzbeinende (*a—b*). 2/3. Winkel ϵaf = Promontoriumwinkel.

Zwischen Menschen- und Affenkreuzbein hat hinsichtlich dieses Punktes bereits CUNNINGHAM (1886, Tabelle) markante Unterschiede nachgewiesen, die klar darlegen, daß die Sacralkurve beim Affen zwar ebenfalls vorhanden, ihre Tiefe jedoch sehr gering ist.

PATERSON fand, daß in den meisten Fällen die größte Tiefe der Sacralkurve sich in der Höhe des dritten Sacralwirbels befindet.

Die prozentuale Verteilung der Lage der »größten Bogenhöhe« am Kreuzbein auf die einzelnen Objekte ergibt, mit meinen Resultaten verglichen, folgende Tabelle:

		Paterson	Radlauer
Größte Bogenhöhe	zw. I. u. II. Sacralwirbel	= 0,4%	—
- -	am II. -	= 3,0%	14,8%
- -	zw. II. u. III. -	= 1,8%	1,1%
- -	am III. -	= 83,1%	68,0%
- -	zw. III. u. IV. -	= 1,4%	—
- -	am IV. -	= 8,5%	16,1%
- -	zw. IV. u. V. -	= 0,4%	—
- -	am V. -	= 1,4%	—

In obenstehender Tabelle ist weder auf Alter noch auf Rasse oder Geschlecht Rücksicht genommen worden. Indessen erhellt aus dieser Zusammenstellung, daß meine Beobachtungsresultate in der Anordnung der Häufigkeit der Fälle gut mit jenen Patersons übereinstimmen. Am meisten treffen wir die größte Bogenhöhe am dritten Sacralwirbel, seltener am vierten Wirbel, noch seltener am zweiten und nur äußerst vereinzelt zwischen dem zweiten und dritten Segment des Kreuzbeines. Hennig (1886, S. 192) gibt eine zahlenmäßige Vergleichung der »größten Bogenhöhe« des Sacrum bei verschiedenen Altersstufen und Rassen.

Größte Bogenhöhe (nach Hennig).

Neugeborener Deutscher	4 mm
6 Jahre alter -	22—24 -
15 - - -	28 -
Erwachsene Europäer	30 -
- Andamanen	16—18 -
- Papua	21 -
- Negrito	16—22 -
- Australier	10—18 -
- Neu-Kaledonier	25 -
- Maori	19 -
- Madagassen	14 -
Erwachsenes Buschweib	25 -
Erwachsene Negerinnen	16—25 -
- Javanen	9 -
- Malaien	17 -

Erwachsene	Igorroten	32 mm
-	Japaner	28 -
-	Chilenen	11 -
-	Mexikaner	24 -
-	Slawen	22 -
-	Ägypter	18 -

Auch Verneau (1875, S. 18) hat dasselbe Maß bestimmt, und ich gebe im folgenden die Durchschnittswerte der wichtigeren Gruppen nach dessen Angaben:

63	Europäer	♂	27 mm	3	Peruaner	♀	17 mm
35	-	♀	22 -	5	Polynesier	♂	24 -
2	Lappen	♂	23 -	21	Neger	♂	22 -
2	Araber	♂	25 -	9	-	♀	19 -
7	Ägypter	♂	23 -	12	Neu-Kaledonier	♂	20 -
1	-	♀	18 -	3	-	♀	25 -
2	Türken	♂	22 -	1	Australier	♂	24 -
2	Peruaner	♂	15 -	2	-	♀	16 -

Rud. Martin (1905, S. 555) gewann bei der Untersuchung der Kreuzbeine der Senoi für das männliche und weibliche Geschlecht eine Bogenhöhe von 14 mm. Koganei und Osawa (1900, Tabelle) berechneten die durchschnittliche größte Bogenhöhe der Aino für das männliche Geschlecht mit 23 mm bei einer Schwankungsbreite von 15 bis 30 mm, für das weibliche Geschlecht mit 21 mm bei 15 bis 27 mm Schwankungsbreite, bei Japanern ♂ mit 22 mm (15 bis 29 mm); ♀ mit 21 mm (9 bis 32 mm).

Tarenetzki (1900, S. 42) veröffentlicht folgende Maße der größten Bogenhöhe:

	♂	♀
Aleute	= 17 mm	20 mm
Giljake	= 15 -	20 -
Koreaner	= 23 -	—
2 Aino	= 17 -	—
2 Samojeden	= 20 -	15 -
Ostjake	= 24 -	22 -
Meschtscherjake	= 15 -	—
3 Neger	= 16 -	15 -
Kreole	= —	11 -
Kirgise	= —	19 -
Tatar	= —	21 -
Alt-Ägypter	= —	23 -

Patersons größte Bogenhöhen sind:

Durchschnittsmaße der größten Bogenhöhe.

		♂	♀	?
1	Bew. d. Sandw.-Insel	—	—	26 mm
117	Europäer	25 mm	24 mm	27 -
11	Alt-Ägypter	—	—	25 -
8	Indier	24 mm	—	—
5	Asiaten	22 -	—	—
2	Chinesen	21 -	—	—
1	Lappe	17 -	24 mm	—
1	Kelte	19 -	—	—
8	Bew. d. Torres-Straits	—	—	18 mm
16	Australier	17 mm	16 mm	—
3	Tasmanier	23 -	—	—
26	Andamanen	15 -	15 mm	—
2	Peruaner	15 -	—	—
3	Buschmänner	16 -	11 mm	—
13	Neger	14 -	13 -	—
3	Malaien	17 -	—	—

Meine eigenen Resultate sind:

Größte Bogenhöhe; Mittelwerte.

2	Gorilla	15 mm	9	Formosaner	21 mm
2	Ägypter	15 -	47	Bayern	24 -
4	Feuerländer	16 -	31	Schweizer	24 -
9	Neger	18 -	25	Tiroler	25 -
11	Usa (Ural)	18 -	5	Österreicher (ohne Tiroler)	26 -
9	Birmanen	20 -			

Bei Vergleichung der vorhergehenden Statistiken wird man bei größeren Gruppen die Beständigkeit bemerken können, mit der die Bogenhöhe beim Manne diejenige des Weibes übertrifft. Dann bringen diese Tabellen aber auch den deutlichen Beweis dafür, daß das europäische Kreuzbein im allgemeinen eine größere Bogenhöhe besitzt als das außereuropäische Sacrum. Indessen gibt das absolute Maß der Bogenhöhe nicht immer einen richtigen Begriff von der Ausbildung der Sacralkurve. Erst wenn man die »größte Bogenhöhe« in Beziehung zu einem Linearmaß bringt, ist sie vergleichsweise verwertbar. Deshalb habe ich die »größte Bogenhöhe« in

ein Verhältnis zur »Entfernung des Promontoriums von der Lage der größten Bogenhöhe« gebracht. Zur Feststellung des jeweiligen Krümmungsgrades habe ich dann noch das Verhältnis vom Bogen zur Sehne oder, mit den am Kreuzbein üblichen Bezeichnungen: das Verhältnis von »vorderer gerader Länge« zur »vorderen Bogenlänge« in einem Index ausgedrückt. Schließlich wurde als dritter Index das Verhältnis von »größter Bogenhöhe« zur »vorderen geraden Länge« verwendet.

Für die Längskrümmung hätten wir demnach folgende drei Indices:

1) Längenkrümmungsindex A oder Bogensehnenindex

$$= \frac{\text{Gerade Länge} \times 100}{\text{Bogenlänge.}}$$

Je höher dieser Index ist, desto schwächer ist die Sacralkurve.

2) Längenkrümmungsindex B oder Sehnenhöhenindex

$$= \frac{\text{Größte Bogenhöhe} \times 100}{\text{Gerade Länge.}}$$

Je höher dieser Index ist, desto stärker ist die Sacralkurve.

3) Höhenlageindex

$$= \frac{\text{Entfernung d. gr. Bogenhöhe vom Promontorium} \times 100}{\text{Gerade vordere Länge.}}$$

Die Mittelwerte dieser Indices für einige umfassende Gruppen meines Materials lauten:

	Längenkrümmungs-index A.	Längenkrümmungs-index B	Höhenlage-index
Niedere Affen	99,—	—	—
Anthropoiden	98,7	9,6	42,9
Neger	92,4	18,1	63,1
Amerikaner	91,6	19,5	72,5
Asiaten	89,7	20,—	67,2
Australier u. Ozeanier	93,1	20,8	48,8
Europäer	86,5	23,6	60,4.

Zur Vergleichung der Mittelwerte der übrigen von mir untersuchten Gruppen verweise ich auf die Indextabellen. Den durchschnittlich höchsten Bogensehnenindex oder fast gar keine Längskurve besaßen mit einem Werte von 100, — die Kreuzbeine der

Cercopitheciden; beim Menschen wiesen die geringste Krümmung am Sacrum (also den höchsten mittleren Index unter den einzelnen Gruppen) mit 94,9 die Melanesier auf. Den geringsten Sehnenhöhenindex finden wir unter den menschlichen Kreuzbeinen meines Untersuchungsmaterials bei den ostafrikanischen Negern mit 15,4. Diese Gruppe zeichnet sich auch schon bezüglich ihres Bogensehnenindex durch den beträchtlichen Indexwert von 93,3 aus. Demnach werden wir behaupten dürfen, daß im allgemeinen die Kreuzbeine der Melanesier und der ostafrikanischen Neger unter den von mir einer Prüfung unterzogenen Sacra die schwächste Curvatur besitzen. Wir werden aber hinzufügen müssen, daß die Affen- und hauptsächlich die niedrigen Affenarten eine noch viel schwächere Längskrümmung ihres Sacrum aufweisen als irgend eine menschliche Gruppe.

Den niedrigsten durchschnittlichen Bogensehnenindex, also die ausgeprägteste Sagittalcurvatur besaßen mit 79,9 die italienischen Sacra. Der ihm analoge höchste durchschnittliche Sehnenhöhenindex fällt mit einem Werte von 27,2 ebenfalls in dieselbe Gruppe.

Ein je größerer Wert durch den »Höhenlageindex« angezeigt wird, eine desto tiefere Lage wird am Sacrum die Bogenhöhe haben, oder desto weiter wird die tiefste Stelle der Curvatur vom Promontorium entfernt liegen. Den größten durchschnittlichen Höhenlageindex finden wir bei den Feuerländern mit 74,8,. den kleinsten Durchschnittsindex unter dem menschlichen Material mit 58,4 bei den Schwaben. Einen noch kleineren Höhenlageindex besitzen die Affen mit 42,9. Die Lage der größten Bogenhöhe nähert sich demnach bei den Affen bedeutend mehr dem Promontorium als beim Menschen, bei diesem hinwiederum liegt die Bogenhöhe am Kreuzbein der Feuerländer am meisten distal. Auffallend ist die Homogenität der europäischen Gruppen hinsichtlich dieses Merkmals.

Mit Recht macht Paterson (1893, S. 156) darauf aufmerksam, daß die Längskurve am Sacrum nicht gleichförmig gebogen ist. Wie bereits erwähnt, liegt die größte Tiefe im allgemeinen ein wenig unterhalb der Mitte des Kreuzbeines. Selten hat nun die Curvatur über oder unter diesem Punkte das gleiche Aussehen. Paterson stellte darüber eine Tabelle zusammen und wies darin nach, daß die Längskrümmung in den meisten Fällen vom tiefsten Punkte gegen das obere Ende zu abgeflacht sei; ja, daß sie in einigen Fällen sogar im oberen Abschnitt konvexe Form annehmen könne. Die stärkste Krümmung finden wir von der Lage der größten Bogenhöhe ab bis zum Coccyx, also im unteren Abschnitte. Der genannte

Autor behauptet, daß diese Verhältnisse jedoch hauptsächlich nur beim männlichen Sacrum vorkommen; beim Weibe findet man gewöhnlich die Sacralkurve häufiger gleichmäßig gebogen oder sogar im oberen Teile das Kreuzbein stärker gekrümmt als im unteren. Hierzu schreibt Paterson (1893, S. 157): »This result may be compared with that of Cunningham, regarding the lumbar curve in the two sexes. He found that curve more prominent in the female than in the male. The two conclusions together support and partly explain the opinion populary held, that the hollow in the loins is deeper in the female than in the male.«

Nach meinen Beobachtungen verhielt sich die sagittale Sacralkurve wie folgt:

Die stärkste Krümmung caudal von der Bogenhöhe besaßen 83%.

Die stärkste Krümmung cranial von der Bogenhöhe besaßen 1%.

Eine gleichartige Krümmung nach beiden Seiten hin besaßen 16%.

Mit Ausnahme einer geringen Anzahl besaßen demnach die von mir untersuchten Sacra ihre stärkste Krümmung caudal von der Bogenhöhe. Die Geschlechtsdifferenz hinsichtlich dieses Merkmals zu bestimmen, ließ das meist unbezeichnete Material nicht zu.

Die quere Curvatur des Kreuzbeines behandelt der »obere und mittlere Querkrümmungsindex«.

$$1)\ \text{Oberer Querkrümmungsindex} = \frac{\text{Obere gerade Breite} \times 100}{\text{Obere Bogenbreite.}}$$

Je höher dieser Index ist, desto flacher ist die transversale Kurve.

$$2)\ \text{Mittlerer Querkrümmungsindex} = \frac{\text{Mittlere gerade Breite} \times 100}{\text{Mittlere Bogenbreite.}}$$

Dieser Index drückt das ähnliche wie der »obere Querkrümmungsindex« für den mittleren Teil des Sacrum aus.

Die Mittelwerte der beiden Indices für die kleineren Gruppen sind aus der Indextabelle zu ersehen.

Die Mittelwerte für die Hauptgruppen lauten:

	Oberer Querkrümmungs-index	Mittlerer Querkrümmungs-index
Niedere Affen	90,5	—
Anthropoiden	97,1	97,3
Neger	94,6	97,8
Amerikaner	95,3	97,9
Asiaten	95,1	97,4
Australier und Ozeanier	94,8	97,3
Europäer	95,5	98,—

Den größten durchschnittlichen »oberen Querkrümmungsindex« finden wir mit 97,3 bei den Ägyptern (jedoch nur zwei Individuen untersucht). Nächst dieser Gruppe weisen die Anthropoiden mit 97,1 den größten Index auf. Den kleinsten Index besitzen mit 93,5 die Franken. Die niederen Affen zeigen mit einem Index von 90,5 an, daß ihre Querkrümmung am Sacrum bedeutend stärker als die des Menschen ist, und stellen sich dadurch in einen ausgesprochenen Gegensatz zu den Anthropoiden. Den durchschnittlich größten mittleren Querkrümmungsindex besitzen mit 99,— die Schwaben, den kleinsten mit 93,8 die Livländer und Esten.

Fig. 6.

Dorsalansicht eines Kreuzbeines mit verschieden gestellten Proc. articulares.

Von der Querkrümmung des Kreuzbeines hängt wohl auch hauptsächlich die Richtung der Gelenkflächen der Processus articulares ab. Diese können nun entweder in sagittaler Richtung stehen oder in transversaler Richtung, oder ihre Gelenkflächen können miteinander in einem nach hinten spitzen Winkel convergieren.

Auch kann die Richtung der Gelenkflächen der Processus articulares eine asymmetrische sein, d. h. der Processus articularis der einen Seite steht sagittal zur Frontalebene des Kreuzbeines, während der Processus der andern Seite in transversaler Richtung steht (Fig. 6). In diesem Falle entsprechen sich die Richtungen der beiden Processus articulares nicht. Meine Beobachtungen sind:

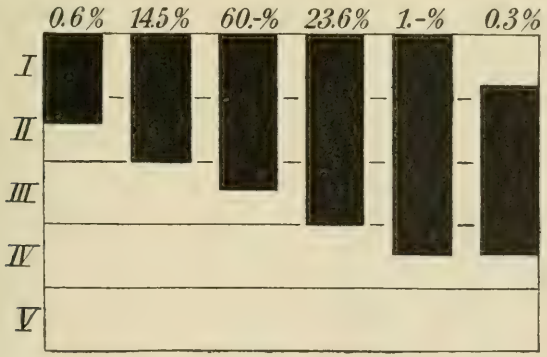
Processus articulares	convergieren	gegeneinander	bei	90,3%
- -	stehen	in sagittaler Richtung	bei	6,7%
- - -	-	transversaler -	-	1,1%
- - -	asymmetrisch		-	1,9%.

In der Mehrzahl der Fälle sind also die Gelenkflächen der Processus articulares schräg gegeneinander gewandt.

G. Verbindung des Sacrum mit dem Ileum; Form der Facies auriculares.

Das Kreuzbein verbindet sich mittels seiner Facies auriculares mit den beiden Ilea. Diese Articulationsart bedingt auch die hauptsächlichsten Eigentümlichkeiten in der Zusammensetzung des Sacrum. Die Form der Facies auricularis wird naturgemäß durch die Zahl und Ausdehnung der einzelnen Wirbel beeinflußt, die sich an ihrer Bildung beteiligen. Hierzu schreibt PATERSON (1893, S. 130):

Fig. 7.



Ausdehnung der Facies auricularis über die vier ersten Kreuzbeinwirbel in Prozenten ausgedrückt.

»One can generally divide the surface into its component parts — (1) an upper part, which usually projects backwards and forms an angle with the lower portions; (2) and (3) an elongated narrower surface below, which, again, can be subdivided into two parts.« Aus dem mir zugänglichen Material konnte ich ersehen, daß sich bei 60% aller Sacra der erste, zweite und ein Teil des dritten Sacralwirbels an der Bildung der Gelenkfläche beteiligen. In 23,6% tragen die Seitenteile des ersten, zweiten und des gesamten dritten Wirbels zur Bildung der Articulationsfläche bei. In 14,5% konnten nur der erste und zweite Sacralwirbel als Träger der Gelenkfläche

gelten. Diese drei Formen beobachtete ich am meisten. In der umstehenden graphischen Darstellung (Fig. 7), welche die Verschiebung der Gelenkfläche an den einzelnen Sacralwirbeln zeigen soll, stellen die Zwischenräume zwischen den wagerechten Linien, die mit römischen Ziffern bezeichnet wurden, die einzelnen Segmente des Kreuzbeines dar. Als ersten Sacralwirbel bezeichne ich den obersten Wirbel des Kreuzbeines, der irgendeine, wenn auch noch so geringfügige, Beteiligung an der Facies auricularis besitzt. Demnach sind nicht immer tatsächlich homologe Wirbel verglichen worden, was aber für die vorliegende Frage weniger in Betracht kommt.

In obiges Schema sind nur diejenigen Kreuzbeine aufgenommen, bei denen die Gelenkfläche an beiden Seiten aus gleichen Wirbeln zusammengesetzt wird. Bei einer kleinen Minderheit der von mir untersuchten Sacra stellt es sich jedoch heraus, daß die Zusammensetzung der Gelenkfläche der einen Seite nicht derjenigen der andern entspricht. Es ist dies in 6,2% der untersuchten Objekte der Fall. Dabei finden sich folgende Formen:

Es beteiligen sich an der Bildung der Facies auriculares:

Rechts: I. und II. Wirbel,
links: I. und II. und ein Teil des III. Wirbels.
Rechts: I. und ein Teil des II. Wirbels,
links: I. Wirbel.
Rechts: I. und II. und III. Wirbel,
links: I. und II. und ein Teil des III. Wirbels.
Rechts: I. und II. und III. Wirbel,
links: I. und II. Wirbel.
Rechts: I. und II. und III. Wirbel,
links: I. und II. und III. und ein Teil des IV. Wirbels.
Rechts: I. und II. und ein Teil des III. Wirbels,
links: I. und II. und III. Wirbel.
Rechts: I. und II. und ein Teil des III. Wirbels,
links: I. und II. Wirbel.
Rechts: I. und II. und III. und ein Teil des IV. Wirbels,
links: I. und II. und III. Wirbel.
Rechts: I. und II. und III. und ein Teil des IV. Wirbels,
links: I. und II. und ein Teil des III. Wirbels.
Rechts: II. und III. Wirbel,
links: I. und II. und III. Wirbel.

Eine solche Asymmetrie in der Zusammensetzung der Facies auriculares kommt bei Europäern in 6,5%, bei Asiaten in 8,6%, bei Negern in nur 3,3% und bei Anthropoiden in 7,8% vor. In andern Gruppen traf ich keine Differenz in der Bildung der Gelenkflächen zwischen den verschiedenen Seiten an.

Betrachten wir nun den Anteil der einzelnen Wirbel an der Gelenkfläche bei den verschiedenen Gruppen, so erhalten wir folgende Tabelle:

Es beteiligen sich an der Bildung der Facies auriculares:

	Wirbel I. II. u. Teil d. III.	Wirbel I. II. III.	Wirbel I. II.	Wirbel I. u. Teil d. II.
Anthropoiden	35,7%	28,6%	7,7%	—
Niedere Affen	—	5,9%	35,3%	41,2%
Neger	62,1%	17,2%	13,8%	—
Amerikaner	50 %	41,7%	8,3%	—
Europäer	52,1%	17,6%	18,1%	1,1%
Asiaten	52,9%	29,4%	8,8%	—
Kaukasier	63,6%	36,4%	9,1%	—
Australier und Ozeanier	65%	24%	8%	—

Diese Tabelle zeigt etwas sehr Interessantes. Wenn wir nämlich die Kolonnen genauer betrachten, die angeben, in welchem Prozentsatz bei den einzelnen Gruppen eine Beteiligung des dritten Sacralwirbels an der Bildung der Gelenkfläche fehlt, so finden wir, daß dies am häufigsten bei den niederen Affen geschieht, nämlich in $35{,}3 + 41{,}2 = 76{,}5\,\%$. Ordnen wir die einzelnen Gruppen jener Kolonne nach der Häufigkeit des Fehlens der Ileo-Sacralverbindung am dritten Kreuzbeinwirbel, so erhalten wir folgende Reihe:

Anthropoiden	7,7%	Kaukasier	9,1%
Australier und Ozeanier	8,0%	Neger	13,8%
Amerikaner	8,3%	Europäer (18,1 + 1,1)	19,2%
Asiaten	8,8%	Niedere Affen	76,5%

Stellen wir die Gesamtgruppe »Menschheit« den Affen gegenüber, so müssen wir als spezifisch menschliche Eigenschaft die Beteiligung des dritten Sacralwirbels an der Gelenkfläche hervorheben. Seltsam ist es jedoch, daß das europäische Sacrum innerhalb des Genus homo den größten Prozentsatz einer fehlenden Beteiligung des dritten Kreuzbeinwirbels an der Ileo-Sacralverbindung aufweist. Es wäre nun nicht unwahrscheinlich, anzunehmen, daß das europäische Sacrum nicht einen Rückschlag bedeutet, sondern vielmehr

einen phylogenetisch weiteren Fortschritt dokumentiert. Wenn wir nämlich mit dem geschilderten Tatbestande die Rosenbergsche Theorie von der phylogenetischen Wanderung des Beckens cranialwärts an der Wirbelsäule entlang in Beziehung bringen, so wird es uns sofort einleuchten, daß mit einer weiter proximal gelegenen Ileo-Sacralverbindung auch ein Verlassen der früheren phylogenetischen, mehr distalen Anheftungspunkte einhergehen wird. In der phylogenetischen Umgestaltung der Facies auricularis mußte also der unterste Auricularkomponent zugunsten des obersten Sacralwirbels oder gar des letzten Lumbalwirbels auf den Mitaufbau der Gelenkfläche Verzicht leisten.

Korrelativ dazu tritt eine Formerscheinung am Sacrum auf, die bisher meines Wissens noch von keinem Autor beobachtet worden ist und auf die ich die Aufmerksamkeit der Anthropologen im besonderen lenken möchte. Es handelt sich um das Verhältnis der Lage der Partes laterales zur Basalebene des Kreuzbeines. Im Hinblick auf die Verschiedenheiten dieses gegenseitigen Verhältnisses kann man die Sacra in drei bestimmte Gruppen einordnen.

1) Der proximale Rand der Facies auricularis liegt unterhalb der Basalebene.
   Die Partes laterales dieser Kreuzbeine nenne ich hypobasal.
2) Der proximale Rand der Facies auricularis und die Basis liegen in der gleichen Ebene.
   Die Partes laterales dieser Kreuzbeine nenne ich homobasal.
3) Der proximale Rand der Facies auricularis liegt oberhalb der Basalebene.
   Die Partes laterales dieser Kreuzbeine nenne ich hyperbasal.

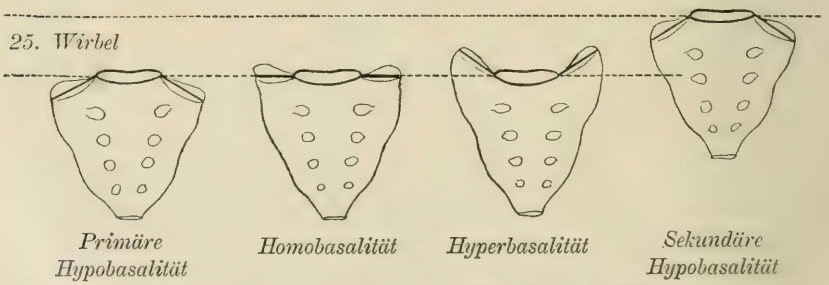


Fig. 8.

Schema der Lage der Partes laterales zur Basalebene des Kreuzbeines.

Die hypobasalen Partes laterales trenne ich außerdem in primäre und sekundäre, weil in der Phylogenese der Gelenkflächenausbildung

und damit auch der Partes laterales dem Stadium der Hyperbasalität wieder ein Stadium der Hypobasalität folgen muß. Dies geht aus dem nebenstehenden Schema hervor (Fig. 8).

Aus meinem Material habe ich vier typische Vertreter dieser Formen nachstehend in Fig. 9—12 abgebildet. Fig. 9 stellt ein fünfwirbeliges Senoikreuzbein dar, das primäre hypobasale Partes laterales aufweist.

Fig. 9.

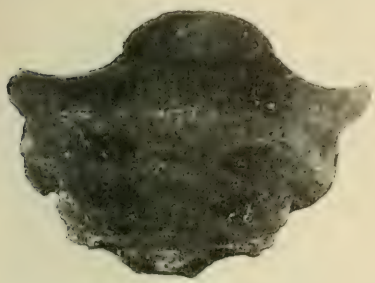


Fig. 10.

Kreuzbeine von vorn. Fig. 9 eines Senoi, Fig. 10 eines Tirolers. Fig. 9 fünfwirbeliges Kreuzbein mit primärer Hypobasalität. Fig. 10 fünfwirbeliges Kreuzbein mit Homobasalität.

Die Gelenkfläche hat den fünfundzwanzisten Gesamtwirbel zwar schon erreicht, jedoch ist dieses Segment der Wirbelsäule noch nicht vollkommen sacralisiert worden. Wir können daran noch sehr wohl das transversale Element vom costalen unterscheiden, wir finden an diesem ersten Sacralwirbel noch einen schön ausgebildeten Processus spinosus (auf der Abbildung natürlich nicht zu sehen) und wir erkennen sogar, daß die Synostosis zwischen erstem und zweitem Sacralwirbel nicht ganz vollkommen ist.

Fig. 10 zeigt ein fünfwirbeliges Tirolerkreuzbein mit homobasalen Partes laterales. An diesem Sacrum hat sich die Gelenkfläche bereits etwas weiter cranialwärts verschoben, als dies beim Senoikreuzbein (Fig. 9) der Fall ist. Denn Zählungen an der ganzen Wirbelsäule ergeben, daß der erste Sacralwirbel ebenfalls den fünfundzwanzigsten Gesamtwirbel vorstellt. Dennoch liegen die proximalen Ränder der Facies auriculares mehr cranialwärts als beim Senoikreuzbein. Auch hat der erste Sacralwirbel dieses Kreuzbeines (Fig. 10) vollständig den Sacralcharakter angenommen. Eine Diffenzierung zwischen costalem und transversalem Teil ist nicht mehr möglich. Die Synostosis ist vollkommen. Auf Fig. 11 sehen wir ein fünfwirbeliges Tirolerkreuzbein, an dem sich die Gelenkflächen mit ihren proximalen Rändern

über die Ebene geschoben haben, in welcher die Sacralbasis liegt. Demnach sind hier die Partes laterales hyperbasal. Bei dem folgenden Kreuzbein (Fig. 12) fällt zunächst auf, daß es sich aus sechs Wirbeln zusammensetzt. Alsdann erkennen wir, daß seine Partes laterales wieder hypobasal sind. Hier also stoßen wir auf die sekundäre Hypobasalität. Die Gelenkfläche hat sich nämlich noch weiter cranialwärts verschoben. Dadurch wurde der Wirbel, der im

Fig. 11. Fig. 12.

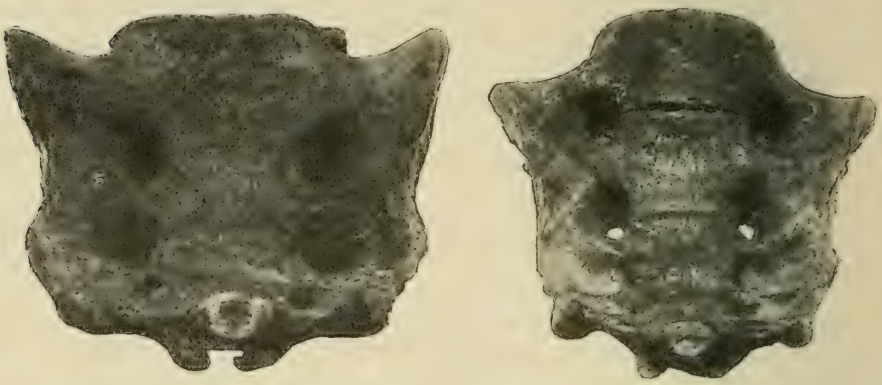


Fig. 11 fünfwirbeliges Tiroler-Kreuzbein mit Hyperbasalität; Fig. 12 sechswirbeliges Tirolerkreuzbein mit sekundärer Hypobasalität.

letzten phylogenetischen Stadium noch als letzter Lendenwirbel figurierte, in einen Sacralwirbel umgewandelt. Noch aber ist seine Sacralisation nicht ganz vollendet. Deshalb wird uns das gleiche Bild geboten, wie an dem Stadium, in welchem sich die Gelenkfläche um ein ganzes Segment mehr caudal befand (Fig. 9). Wir können wiederum costales von transversalem Element unterscheiden, stoßen auf einen schön entwickelten ersten Processus spinosus sacri und konstatieren wieder ein Fehlen der Synostosis zwischen erstem und zweitem Sacralwirbel.

Leider ist mir der Zusammenhang aller dieser Formerscheinungen erst klar geworden, nachdem ich meine Messungen in den verschiedenen Sammlungen in München und Berlin bereits beendet hatte. Es war mir daher nur noch möglich, in dieser Hinsicht das Material des Züricher anthropologischen Instituts zu untersuchen. Zum Zwecke einer exakteren Beobachtung als es die einfache Klassifizierung in Hypo-, Homo- und Hyperbasalität der Partes laterales des Kreuzbeines ermöglicht, habe ich ein Maß genommen, das die projektivische Höhe des proximalen Randes der Facies auricularis unter (Minuswert)

bzw. über (Pluswert) der Basis des Sacrum angibt (s. S. 337; Maß Nr. 18). Bei Vergleichung der Maßzahlen stellte sich nun heraus, daß es sich in allen Fällen, in denen der proximale Rand der Gelenkfläche oberhalb der Basalebene sich befand, in denen also Hyperbasalität der Partes laterales vorlag, einzig und allein um europäische Kreuzbeine handelte.

Als Durchschnitt der »projektivischen Höhe des proximalen Randes der Facies auricularis unter (über) der Basis des Sacrum« ergab sich für alle untersuchten Sacra — 0,7 mm, also eine minimale Hypobasalität der Partes laterales sacri. Hyperbasale Partes laterales fanden sich ausschließlich bei europäischen Kreuzbeinen, und zwar bei 21,5%; homobasale Partes laterales zeigten sich ebenfalls in 21,5% bei den Europäern. Bei den übrigen 57% der europäischen Sacra fanden sich hypobasale Partes laterales, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß diese Hypobasalität eine sekundäre ist. Bei den außereuropäischen Kreuzbeinen treffen wir hyperbasale Partes laterales überhaupt nicht an, indessen zeigen die Asiaten in 27,5% homobasale Partes laterales sacri und die Gruppe Usa (Ural) in 16,6% ebenfalls homobasale Partes laterales sacri (es ist nicht ganz bestimmt, ob man es hier mit nördlich gewanderten Kosaken zu tun hat oder mit Syrjanen). Alle übrigen außereuropäischen Kreuzbeine besitzen hypobasale Partes laterales. Da eine Hyperbasalität der Partes laterales bei keinem einzigen außereuropäischen Sacrum sich feststellen ließ, ist es nicht ausgeschlossen, daß die Hypobasalität der Partes laterales dieser außereuropäischen Kreuzbeine wirklich eine primäre ist. Indessen können erst weitere Untersuchungen an größeren Reihen hierüber entscheidend sein.

Die Durchschnittsmaße für die einzelnen untersuchten Gruppen lauten:

2	Ägypter	= — 1,3 mm
2	Senoi	= — 0,9 -
12	Usa (Ural)	= — 0,8 -
9	Birmanen	= — 0,5 -
19	Tiroler	= — 0,5 -
5	Schweizer	= — 0,3 -
2	Alamannen	= — 0,1 -

Man sieht in der Tat schon aus dieser kleinen Tabelle, daß die Kreuzbeine der weißen Rasse sich mehr einer Homobasalität der Partes laterales nähern. Indessen berechtigt mich das geringe Material zu keinen definitiven Schlüssen. Doch kann ich es nicht unterlassen,

in diesem Zusammenhange eine Tabelle aus der für diesen Gegenstand außerordentlich wichtigen Arbeit von Keith (1903, S. 24) wiederzugeben.

		Erster Sacralwirbel ist der						Gesamtwirbeldurchschnitt
		23. %	24. %	25. %	26. %	27. %	28. %	
Orang . . .	46 Objekte	5,4	77	17,5	—	—	—	23,1
Gorilla . .	27 -	7,4	37	55,6	—	—	—	23,5
Schimpanse .	38 -	2,6	19,7	55,2	22,3	—	—	23,9
Mensch . .	358 -	—	3	92	5	—	—	24,02
Gibbon . .	59 -	—	—	15,2	78	6,8	—	24,9
Ateles . . .	6 -	—	—	10	80	10	—	25,0
Macacus . .	19 -	—	—	—	45	53	2,8	25,6
Cynocephalus	8 -	—	—	—	37,5	50	12	25,7
Semnopithecus	15 -	—	—	—	4	96	—	25,9
Cebus . . .	10 -	—	—	—	10	50	40	26,3

Keith (S. 23) schreibt hierzu: »In that table it will be seen that the point at which sacral transformation occurs in the segmental series is variable in each genus of the orthograde primates. The genera dealt with in that table show sacral transformation setting at every segment between the 23rd and 28th, the variations of one genus overlapping those of the next.« Beim Orang liegt die Stelle, an der durchschnittlich die Sacralisation eines bestimmten Abschnittes der Wirbelsäule einsetzt, ein wenig unter dem proximalen Rande des 24. Wirbels, beim Gorilla beginnt die Sacralisation fast ein halbes Segment mehr distal, beim Schimpansen und beim Menschen nahe am distalen Rande desselben Segmentes. Von ganz besonderem Interesse ist jedoch, was Keith (S. 24) über das Negerkreuzbein schreibt: »In the negro, sacralisation commences nearly one-third of a segment further back than in white races.« Wenn dies tatsächlich zutrifft, so muß unbedingt diese Differenz der Anlage des Kreuzbeines in einer Hypobasalität der Partes laterales zum Ausdruck kommen! Aller Wahrscheinlichkeit nach wäre also bei Untersuchung größerer und homogener Reihen von Sacra in der Hypo-, Homo- und Hyperbasalität ein Punkt gefunden, an dem der Anthropologe ansetzen könnte zur Einteilung und Gruppierung der Kreuzbeine der verschiedenen menschlichen Rassen.

Außer der »projektivischen Höhe des proximalen Randes der Facies auricularis unter bzw. über der Basis des Sacrum« habe ich

auch noch die »projektivische Entfernung des distalen Randes der Gelenkfläche von der Sacralbasis« gemessen. Beim letztgenannten Maß belief sich der Durchschnitt für alle untersuchten Sacra auf 63 mm. Die Resultate für die einzelnen Gruppen sind:

10	Usa (Ural)	= 67 mm
4	Schweizer	= 64 -
8	Birmanen	= 63 -
18	Tiroler	= 62 -
2	Senoi	= 51 -

Es wäre möglich, daß diese Differenzen in dem verschiedenen Krümmungsgrad der einzelnen Kreuzbeine ihre Ursache haben, so daß eine kleinere projektivische Entfernung des distalen Randes der Gelenkfläche von der Sacralbasis nicht unbedingt die Folge einer phylogenetisch mehr proximal gewanderten Facies auricularis zu sein braucht. Als zweiter dieses Maß beeinflussender Faktor ist auch noch die absolute Länge des Kreuzbeines anzusehen, da ein längeres Sacrum naturgemäß eine entsprechend längere Gelenkfläche aufweisen wird. Dann habe ich auch schon betont (S. 333), daß nach Rosenbergs Untersuchungen eine Variation hinsichtlich der Ausdehnung der Facies auricularis zu konstatieren ist. Demnach ist es nicht in allen Fällen nötig, daß die distale Grenze der Gelenkfläche sich in dem gleichen Verhältnis verschiebt, wie die proximale Grenze. Aus alledem ersehen wir, daß es sich hier um ein Maß handelt, das von zu vielen Faktoren beeinflußt wird, um in einer bestimmten Frage Auskunft erteilen zu können.

Wir wenden uns nun wieder zur Betrachtung der Gelenkfläche selbst. Weitere Variationen in der Zusammensetzung der Facies auricularis, die noch nicht besprochen wurden, konstatierte ich beim Kreuzbein eines *Lemur*. Hier wird die Gelenkfläche nur von einem kleinen Teil der Partes laterales des ersten Sacralwirbels gebildet. Bei einem *Macacus* und einem *Cercopithecus* wird die Gelenkfläche allein vom ersten Sacralwirbel gebildet. Bei einem Schimpansen dagegen erstreckt sich die Facies auricularis über den ersten, zweiten, dritten, vierten und noch einen Teil des fünften Wirbels am Kreuzbein.

Es handelt sich jetzt noch darum, festzustellen, welcher Sacralwirbel den räumlich größten Anteil an der Bildung der Gelenkfläche nimmt. In 62,2% aller Fälle, also in der überwiegenden Mehrheit, beteiligt sich der erste Sacralwirbel am meisten an der Bildung der

Facies auricularis. Bei 34% ist es fraglich, ob der erste oder zweite Wirbel mehr zur Ausdehnung der Gelenkfläche beiträgt, und bei nur 1,9% kann man den zweiten Sacralwirbel als hauptsächlich beteiligt bezeichnen.

Die Gelenkfläche des Kreuzbeines weist auch hier und da Fugen oder Rinnen auf. Natürlich werden diese Teillinien durch Fehlen der Synostosis zwischen den einzelnen Wirbeln hervorgerufen, aus denen sich die Articularfläche zusammensetzt. Demnach werden wir diese Erscheinung vor allem bei Knochen jugendlicher Individuen treffen. Deshalb ist es wohl selbstverständlich, daß darin kein rassenunterscheidendes Merkmal gesehen werden kann. Eine solche Teilung der Gelenkfläche durch Fugen beobachtete ich bei zweifellos erwachsenen Kreuzbeinen nur in 0,8%. Auch bei einem Orangkreuzbein war eine derartige Teilung der Gelenkfläche vorhanden.

Um mich über die Ausdehnung der Gelenkflächen des Kreuzbeines im ganzen zu orientieren, habe ich auch die Längen- und Breitendimensionen gemessen. Das Mittel für die absolute Länge der rechten Facies auricularis beträgt 62,1 mm, der linken = 61,9 mm. Die größte absolute Länge der rechten Facies auricularis finde ich mit 78 mm bei einem schwäbischen Kreuzbein, die größte absolute Länge der linken Auricularfläche weist unter dem menschlichen Material ebenfalls wieder ein andres schwäbisches Kreuzbein mit 81 mm auf. Eine außerordentlich lange Gelenkfläche von 85 mm besitzt unter meinen Untersuchungsobjekten ein Gorillasacrum (links). Die kleinste Länge der Gelenkfläche befindet sich mit 41 mm rechts und links an einem Schweizerkreuzbein. Die größte absolute Breite der linken Facies auricularis finden wir mit 35 mm bei einem Tirolerkreuzbein, die größte Breite der rechten Gelenkfläche bei dem Sacrum eines Birmanen mit 34 mm. Das Mittel für die absolute Breite der Facies auricularis beträgt rechts = 26,3 mm, links = 25,1 mm. Unter den Anthropoiden ist die größte absolute Breite der Facies auricularis sacri 23 mm beim Gorilla. Die kleinste Breite der Gelenkfläche weist beiderseitig ein Birmanenkreuzbein mit 17 mm auf. Wir schließen demnach hieraus, daß die Gelenkfläche am Gorillasacrum wohl absolut länger sein kann, als am menschlichen Kreuzbein, daß aber die Facies auricularis der Menschensacra in ihren absoluten Breitendimensionen von dem Kreuzbein des Gorilla nicht erreicht wird.

Aus Längen- und Breitenmaß wurde dann ein Gelenkflächenindex berechnet und zwar sowohl für die rechten als für die linken Facies auriculares.

$$\text{Gelenkflächenindex} = \frac{\text{Breite der Gelenkfläche} \times 100}{\text{Länge der Gelenkfläche.}}$$

Je höher der Index ist, desto breiter ist die Gelenkfläche des Kreuzbeines.

Die Mittelwerte für die größeren untersuchten Gruppen lauten:

	Rechter Gelenkflächenindex	Linker Gelenkflächenindex
Neger	40,4	40,1
Asiaten im allgemeinen	40,9	38,8
Formosaner	40,2	38,3
Birmanen	43,2	40,9
Europäer im allgemeinen	42,—	41,6
Alpenvölker	42,6	42,5
Bewohner vom Ural (Usa)	40	39,2

Die Mittelwerte für die übrigen Gruppen wolle man aus der Indextabelle ersehen. Aus obiger Tabelle ergibt sich vor allem, daß bei den einzelnen Gruppen Differenzen zwischen rechtem und linkem mittleren Gelenkflächenindex bestehen. So ist der Gelenkflächenindex in folgendem prozentualen Verhältnis rechts und links verschieden groß:

bei 4 Afrikanern links < rechts in 75%
bei 19 Asiaten - < - - 58% (!)
bei 95 Europäern - < - - 47% (!)
bei 1 Australier - < - - 0%

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß im allgemeinen bei größeren Gruppen sich kein Übergewicht zugunsten des rechten oder linken Gelenkflächenindex zeigt, sondern daß ungefähr immer die eine Hälfte aller Kreuzbeine eine größere Gelenkfläche rechts aufweist, die andre Hälfte eine größere Gelenkfläche links besitzt.

Der Anteil, den die Auricularfläche am gesamten Kreuzbein nimmt, ist ebenfalls für die Rassenvergleichung von Interesse. In der phylogenetischen Reihe geht neben der Vergrößerung der absoluten Dimensionen des sacralen Teiles der Wirbelsäule immer auch eine stärkere Verbindung des Darmbeines mit dem Sacrum einher. Ein sogenannter »Auricular-Anteilindex« soll nun zeigen, in welchem Verhältnis die Ausdehnung der Gelenkfläche zur Gesamtdimension des Kreuzbeines steht. Zur Gegenüberstellung wurden die Länge der Gelenkfläche und die Bogenlänge des Kreuzbeines gewählt. Demnach ist der:

$$\text{Auricular-Anteilindex} = \frac{\text{Länge der Gelenkfläche} \times 100}{\text{Bogenlänge des Kreuzbeines.}}$$

Je höher dieser Index ist, desto größer wird auch der Anteil sein, den die Gelenkfläche am Gesamtsacrum besitzt. Die Mittelwerte dieses Index für die größeren Gruppen sind:

Auricular-Anteilindex.

Niedere Affen	85,5
Anthropoiden	70,4
Australier und Ozeanier	54,8
Neger	52,3
Europäer	52,1
Asiaten	51,9
Amerikaner	48,4

Den höchsten »Auricular-Anteilindex« besitzt ein männliches ungarisches Kreuzbein mit 75,6, den kleinsten Index weist mit 39,8 ein männliches italienisches Kreuzbein auf. Eine vergleichende Betrachtung der Indices der menschlichen Sacra mit denjenigen der Affenkreuzbeine zeigt, daß der Anteil der Gelenkfläche am Sacrum der Affen größer als am menschlichen Kreuzbein ist. Innerhalb der einzelnen Familien überragt noch die Gelenkfläche der niederen Affen an relativer Größe diejenige der Anthropoiden.

Nachdem wir nun Zusammensetzung und Form der Gelenkflächen betrachtet haben, wollen wir uns zu der Art der Befestigung der beiden Ilea an dem Sacrum wenden. Der Grad des Gelenkflächenwinkels, d. h. desjenigen Winkels, den die beiden im allgemeinen konvergierenden Facies auriculares dorsalwärts zueinander bilden, wirkt naturgemäß auf die Konfiguration des Beckens. Die den Gelenkflächen angefügten Darmbeinplatten stehen bei größerem Gelenkflächenwinkel »ventral weiter auseinander« schreibt Frenkel (1873, S. 404), »und indem diese größere Divergenz durch Verlängerung der Linea arcuata interna und des horizontalen Schambeinastes kompensiert wird, gewinnen alle Beckendurchmesser an Länge, während zugleich der Schambogen flacher und weiter und das Foramen obturatum eckiger ist«. Unter meinem Material fand ich ein Kreuzbein (Formosa), bei dem die Gelenkflächen in fast parallelen Ebenen sich befanden. Bei einem schwäbischen Sacrum befanden sich sogar die Auricularflächen, anstatt zu konvergieren, in deutlicher Divergenz. Die Mittelwerte dieses Winkels für die größeren Gruppen lauten:

Gelenkflächenwinkel.

Birmanen	18°
Formosaner	22°
Asiaten im allgemeinen	22°
Neger	24°
Alpenvölker	26°
Bewohner vom Ural (Usa)	28°
Europäer	30°

Diese Resultate stimmen vollkommen mit den früheren Untersuchungen überein, wonach das europäische Becken mit seinen Breitendurchmessern alle andern Rassen übertrifft.

Im Zusammenhang mit der Verbindungsart der Ilea an das Kreuzbein steht auch eine Eigentümlichkeit in der Form des Sacrum, auf die — wie Paterson (1893, S. 132) mitteilt, — Cunningham diesen Autor persönlich aufmerksam machte. Paterson schreibt darüber: »The form assumed by the second and third sacral vertebrae affects, in a marked manner, the whole of the sacro-iliac articulation. The second sacral vertebra is generally narrower from side to side than either the first or third. This, consequently, in some cases, causes the appearance of a hollow or notch about the middle of the articular surface, followed by a projection or lip on the succeeding vertebra.« Dies ist nun eine affenähnliche Eigenschaft. Sie dient dazu, das Ileum fester mit dem Sacrum zu verbinden, indem die Gelenkfläche muldenförmig wird. Paterson (1839, S. 133) fand diese Erscheinung unter den Anthropoidenkreuzbeinen in 62,7%, unter den menschlichen Sacra in 30,2%. Bei den einzelnen Rassen tritt der »sacral notch« in folgender Verteilung auf:

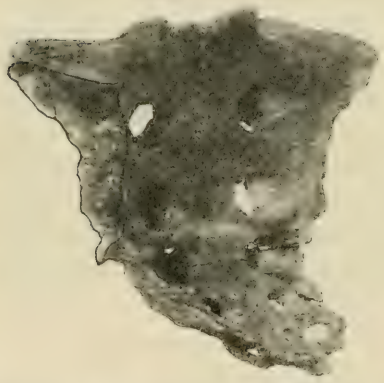
	Paterson	Radlauer
Asiaten im allgemeinen	28,6%	70,6%
Europäer	30,2%	44,0%
Alt-Ägypter	41,6%	—
Australier und Ozeanier	44,2%	41,7%
Amerikaner	50,0%	58,3%
Neger und Buschmänner	62,5%	34,5%

Zum Zwecke der Vergleichung habe ich einige kleinere Gruppen Patersons unter gemeinsamen Namen zusammengefaßt Es stellt sich nun heraus, daß zwischen Patersons Angaben und den meinigen auffallende Differenzen bestehen. Unter sieben asiatischen Kreuz-

beinen beobachtete Paterson nur bei 28,6% den »sacral notch«, während ich diese Erscheinung innerhalb jener Gruppe bei 70,6% von 35 Objekten konstatieren konnte. Unter 16 Sacra von Negern und Buschmännern bemerkte Paterson den »sacral notch« bei 62,5%, also in einer Häufigkeit, die derjenigen des Auftretens dieses Merkmales bei den Anthropoiden ungefähr gleich käme. Ich dagegen konnte unter 28 Kreuzbeinen dieser Gruppe nur den verhältnismäßig niedrigen Prozentsatz von 34,5% beobachten. Paterson schreibt (1893, S. 132): »The sacral notch may be regarded as a racial character in the Andamanese (57,6%) and the Negro (69,2%), as among the anthropoid apes (62,7%).«

Nach den oben angeführten Widersprüchen möchte ich diese Behauptungen sehr in Frage stellen. Vielmehr bin ich der Meinung, daß es sich hier um eine völlig individuelle Erscheinung handelt, die unabhängig von inhärenten Faktoren auftritt. Indessen wären noch weitere Beobachtungen an größeren Gruppen zur Entscheidung dieser Frage sehr wünschenswert.

Fig. 13.



Kreuzbein in rechter ventro-lateraler Ansicht, zur Verdeutlichung der Ausdehnung der Gelenkfläche und des »sacral notch«.

Unter den Anthropoiden traf ich den »sacral notch« in 57,1% an, was den Resultaten Patersons entspricht; unter den Sacra niederer Affen jedoch nur in 29,4% des von mir untersuchten Materials.

Über die Lage des »sacral notch« habe ich noch mitzuteilen, daß diese Erscheinung sich hauptsächlich an der Pars lateralis des dritten Wirbels befindet, und zwar bei 68,7% aller Fälle. Zwischen dem dritten und vierten Wirbel fand ich die Sacralkerbe bei 12,2%, zwischen dem zweiten und dritten Wirbel bei 10,2%, am vierten Wirbel bei 4%, am zweiten Wirbel bei 3,4% und zwischen dem ersten und zweiten Wirbel bei nur 1,4%, diese letzte Erscheinung jedoch nur bei niederen Affen.

Es sei mir nun erlaubt, noch auf einige Varietäten in der Gestalt der Facies auricularis aufmerksam zu machen.

Eine besonders kräftig ausgeprägte Muldenform zeigt die Ge-

lenkfläche eines stark skoliotischen schwäbischen Kreuzbeines. Hier steht der zweite Sacralwirbel mit der Gelenkfläche gar nicht mehr in Verbindung; er ist gewissermaßen durch die scharfe Biegung der Facies auricularis von der Beteiligung ausgeschaltet, so daß nur der erste und der dritte Wirbel die Gelenkfläche bilden können.

An der Facies auricularis des weiblichen Senoikreuzbeines fand ich jederseits ungefähr in der Mitte des vorderen Randes der Gelenkfläche einen Vorsprung, so daß dadurch der ganze obere Seitenrand als wellenförmige Linie erscheint.

Wenn wir die Gestaltung der Gelenkflächen behandeln, so dürfen wir auch nicht eine Erscheinung am Sacrum übergehen, die zwar nur in der Umgebung der Facies auricularis auftritt, jedoch in der gelenkigen Verbindung des Kreuzbeines mit den Ilea ihre Ursache besitzt. Es ist dies der sogenannte Sulcus praeauricularis, der zuerst gar nicht am Sacrum selbst, sondern am Ileum von Zaaijer (1866, S. 28) beschrieben und benannt worden ist. Erst Verneau (1875, S. 38) entdeckte — durch die oben genannte Untersuchung darauf hingelenkt — auch am Kreuzbein eine analoge Furche. In einigen Fällen begleitete die Furche den ganzen Vorderrand, in den meisten jedoch nur den unter der Linea innominata gelegenen Teil des Vorderrandes der Gelenkfläche. Der Sulcus praeauricularis zeigt in bezug auf Breite und Tiefe die größten Verschiedenheiten. Die größte Breite der Furche beträgt nach Zaaijer 15 mm. Oftmals ist der Sulcus jedoch nur angedeutet. Der Boden der Furche ist rauh und uneben. Paterson schreibt dazu (1893, S. 135): »The variability of its presence and depth, and character when present, being, as it is, a smooth groove, with a general inclination towards the highest point of the sacro-sciatic notch, lead me to suggest that it may be neuro-vascular and not ligamentous: and that it may be a surfacemark produced by the internal iliac or gluteal vessels, or the corresponding nerves.«

Demgegenüber führt Zaaijer (1893) in einer neuen Arbeit über den Sulcus praeauricularis ossis ilei aus, daß die Furche sich sowohl oberhalb als auch unterhalb der Linea innominata befinde, die Arteria hypogastrica könne aber nur unterhalb der Linea terminalis einen Eindruck verursachen, so daß damit für die Entstehung des oberen Sulcus keine Erklärung gegeben sei. Dann rage aber auch der M. psoas gewöhnlich mit seinem medialen Rand über die Linea innominata nach innen hinaus, was einen Kontakt der Vasa hypogastrica mit der Beckenwand ausschließe. Pipin Löhr (1894, S. 521)

hat diese Erscheinung zum Gegenstand einer exakten Reihenuntersuchung gemacht. Er konstatierte hierbei (1894, S. 528), daß an manchen Becken die Furche den ganzen Umfang der Facies auricularis ossis ilei begleitet, was natürlich erst an isolierten Hüftbeinen beobachtet werden konnte. Löhr schreibt: »Was die am Kreuzbein befindliche Furche betrifft, so ist zu bemerken, daß sie seltener angetroffen wird, als die am Hüftbein, und daß sie nie den ganzen Umfang der ohrförmigen Gelenkfläche umgibt. Am häufigsten sieht man die Rinne am unteren Rande der Gelenkfläche parallel verlaufend, nach oben.« Löhr fand die Furche auf der rechten Seite des Kreuzbeines bei 30,7%, auf der linken bei 26,2%. Er gelangt zu derselben Anschauung wie Zaaijer, daß nämlich der Sulcus zur Anheftung der tiefen Faserzüge der die Articulatio sacro-iliaca vereinigenden Bandmassen diene. Löhr schreibt (528): »Betrachtet man eine vollständig geschlossene Articulatio sacro-iliaca, an der die Bänder sauber und rein zutage treten, so ist von einer Furche nichts zu sehen. Durchschneidet man nun die Bänder und entfernt die Faserzüge, indem man ihre Verbindung mit dem Knochen löst, so tritt bald mehr, bald weniger deutlich eine Furche am Hüftbein und Kreuzbein hervor. Die Faserzüge der Kapsel bzw. die Faserzüge, welche die Ränder der Gelenkfläche zusammenhalten, sind außerordentlich stark; die oberflächlichen gehen weit über die Gelenkfläche in das Periost über, die tiefen setzen sich am Rande des Knochens in der Furche an.« Löhr untersuchte nun die Umgebung der Gelenkfläche andrer Knochen auf das Vorhandensein ähnlicher Furchen. Er faßt seine Erfahrung folgendermaßen zusammen (S. 533): »An den meisten Knochen des menschlichen Skelets existieren Furchen, die um die Gelenkfläche herumziehen; Furchen, denen ich dieselbe Bedeutung wie am Hüft- und Kreuzbein zuschreiben muß, nämlich als Anheftungsstelle für die tiefen Faserzüge zu dienen.« Der genannte Autor hält z. B. das Collum humeri anatomicum für eine solche Furche. Zur Bezeichnung dieser Furche schlägt Löhr den Namen Sulci paraglenoidales vor. Durch Präparation an einer Anzahl von Gelenken überzeugte er sich, daß diese Furchen zur Insertion der die Ränder der Gelenkflächen verbindenden Bandmassen dienen.

Unter meinem Material konnte ich die Präauricular-Rinne nur höchst selten beobachten. Sie war nur bei 4,9% aller von mir untersuchten Kreuzbeine sichtbar, hiervon war bei 1,8% der Sulcus nur auf einer Seite recht schwach zu erkennen. In 95,1% aller

Fälle war nichts von einer Präauricular-Rinne zu entdecken. Demnach scheint der Sulcus praeauricularis am Sacrum doch keine solch notwendige Bildung zu sein, wie man es nach den Anschauungen Löhrs annehmen müßte.

Weitere Folgeerscheinungen der Verbindungsart des Sacrum mit den Ilea sind eigentümliche Gruben, die bald mehr, bald weniger tief sind und durch Impression der Ligamenta ileo-sacralia entstehen. Sie liegen an der Hinterfläche des Kreuzbeines in der Nähe der Facies auricularis jederseits derart, daß die einzelnen Eindrücke entweder kontinuierlich ineinander übergehen, oder durch kleine Wälle getrennt sind. Je eine Grube gehört dann zu je einem Wirbel. Da diese Gruben zur Befestigung der Ileo-sacral-Bänder dienen, wird die — relativ — deutlichste Grube dem stärksten Bande entsprechen. Der Wirbel, an dem der tiefste Eindruck liegt, wird nun hinwiederum die festeste Verbindung mit dem Ileum besitzen. Das Auftreten dieser Gruben am Kreuzbein ist sehr wechselnd. Bei 18,7% aller Fälle traf ich nur eine einzige Grube an, bei 32,3% erkannte ich zwei Gruben, drei bei 46% und vier nur bei 4% meines gesamten Untersuchungsmaterials. Demnach kommen am häufigsten an der Hinterfläche des Kreuzbeines drei Gruben für die Anheftung der Ileo-sacral-Bänder vor. Davon war bei 55% aller Fälle die erste Grube am tiefsten und am deutlichsten sichtbar, bei 36,4% auch noch die zweite Grube deutlich zu konstatieren, die dritte dagegen nur bei 7,6% klar zu erkennen und die vierte gar nur bei 1% aller von mir untersuchten Kreuzbeine. Überall fand ich, daß je eine Grube einem Sacralwirbel entspricht; zwischen den einzelnen Segmenten lagen die Gruben nach meinen Beobachtungen niemals.

Eine sehr eigentümliche Erscheinung fand ich bei dem Becken eines Bulaweibes (aus der Virchowschen Sammlung). Hier zeigte sich zwischen der Facies auricularis des Kreuzbeines und der Gelenkfläche des Ileum jederseits ein Interarticulationsknochen.

Aber nicht nur mittels der Gelenkflächen und der Ligamenta sacro-iliaca ist das Sacrum mit dem Becken verbunden, sondern Luschka (1864, S. 81) machte noch auf eine besondere Articulationsart des Kreuzbeines mit den Ilea aufmerksam. Man trifft nämlich öfters eine überknorpelte Vertiefung an der medialen Fläche der Spina iliaca posterior superior, die mit einem entsprechend gestalteten überknorpelten Knochenvorsprung seitwärts vom zweiten Foramen sacrale posterius articuliert. E. Petersen (1905, S. 521) hat daraufhin 63 Becken untersucht und in zehn dieser 63 Fälle

Gelenkflächen an der hinteren Fläche des Os sacrum gefunden. Nach diesem Autor liegen die Gelenkflächen in allen Fällen seitwärts von einem Foramen sacrale posterius; sie sind häufig doppelseitig, können aber auch einseitig vorkommen; sie befinden sich entweder vor dem zweiten oder vor dem ersten Foramen sacrale posterius. »Dementsprechend findet sich an der medialen Fläche der Spina iliaca posterior superior eine kleine Gelenkfläche, wenn am Os sacrum die Gelenkfläche vor dem zweiten Foramen sacrale posterius liegt; ist letztere dagegen vor dem ersten Foramen sacrale posterius, so findet sich die korrespondierende Gelenkfläche am Os ilium oberhalb der Spina iliaca posterior superior. Die Gelenkflächen erheben sich nur wenig über das Niveau des umgebenden Knochens; in einem einzelnen Falle hatte sich indes gleichsam ein Proc. articularis gebildet, auf dem die bisher mehr sagittal gestellte Gelenkfläche ruhte.« Petersen fand die Gelenkflächen in allen beobachteten Fällen ganz glatt. Meist konnte er dabei noch Spuren eines Knorpelüberzuges an dem macerierten Knochen nachweisen. Eine mikroskopische Untersuchung dieser Knorpelschicht ergab, daß sie aus hyalinem Knorpel bestand. Unter meinem Untersuchungsmaterial fand ich derartige Gelenkflächen weniger häufig als Petersen, nämlich nur in 4,6% aller Fälle. Die Gelenkflächen zeigten sich sowohl doppelseitig wie einseitig. Wohl zufällig lagen die letzteren alle auf der linken Seite der Hinterfläche des Kreuzbeines und zwar teils neben dem ersten, teils neben dem zweiten Foramen sacrale posterius.

H. Begleiterscheinungen der Ossification des Sacrum.

In diesem Kapitel werden wir uns sowohl mit den Hemmungserscheinungen des Ossificationsprozesses am Sacrum beschäftigen als auch mit den Variationen in der Zusammensetzung des Kreuzbeines. Die Hemmungen der Verknöcherung werden im allgemeinen wohl kaum von besonderem anthropologischen Interesse sein, denn ihr Vorkommen hängt mit vielen, vielleicht sehr geringfügigen ursächlichen Momenten zusammen, die bei allen menschlichen Gruppen in gleichem Umfange und gleicher Stärke vorhanden sein mögen. Als solche Hemmungserscheinungen kann man die Fugen in der Crista sacralis articularis bezeichnen, die durch unvollkommene Synostose der ursprünglichen Processus articulares der Sacralwirbel hervorgerufen werden. Zwischen dem ersten und zweiten Sacralwirbel fanden sich diese Fugen in der Crista sacralis articularis bei Er-

wachsenen in 16,2% der untersuchten Fälle; zwischen dem ersten und zweiten Wirbel und auch noch zwischen dem zweiten und dritten Sacralsegment in nur 3%.

Gleichfalls als Hemmungserscheinung der Verknöcherung wird man auch eine Variation am menschlichen Sacrum bezeichnen können, die J. Szawlowski (1902, S. 314) beschreibt. Es handelt sich um das äußerst seltene Auftreten eines Foramen transversarium am ersten Kreuzbeinwirbel. Der Autor schreibt darüber: »Die anormale Öffnung am Sacrum befindet sich auf der linken Seite und zwar ist sie begrenzt von der medialen Seite durch den Anfangsteil des Bogens, von vorn her und von hinten durch zwei Wurzeln der Seitenmasse, die eine von dem Bogen, die andre von dem Körper beginnend. Das Loch hat eine unregelmäßig rundliche Gestalt, seine größte Breite ist 7,5 mm. Dieses Loch führt in den Raum, in welchem die ersten linken Foramina sacralia anterior und posterior mit dem Foramen intervertebrale sich vereinigen.« Unter meinem Beobachtungsmaterial fand ich kein derartiges Foramen transversarium. Hingegen stieß ich in 4,4% der untersuchten Fälle auf ein kleines Loch, das im Bogen des ersten Sacralwirbels dicht vor den aufwärts steigenden Processus articulares gelegen war. Eine Homologie dieses kleinen Loches mit dem von Szawlowski beobachteten regressiven Foramen transversarium am Kreuzbein ist nicht wahrscheinlich, da unser Foramen hinter dem ursprünglichen Processus transversus liegt und wahrscheinlich durch den Austritt kleiner Blutgefäße aus dem Knochen verursacht wird. Ebenfalls eine Hemmungserscheinung der Ossification ist eine deutliche Abgrenzung des transversalen vom costalen Element, die ich in 31% der von mir untersuchten Fälle konstatieren konnte (135 unter 435 Objekten).

Im Zusammenhang mit dem Ossificationsprozeß am Sacrum steht auch die Form der Gelenkfläche der Processus articulares superiores sacri. Mit der Ossification des letzten Lendenwirbels mit dem Sacrum wird naturgemäß auch eine Verschmelzung der Processus articulares superiores sacri mit den Processus articulares inferiores des synostosierten Lendenwirbels einhergehen. Demgemäß wird eine mehr plane Fläche der Processus articulares superiores sacri korrelativ mit dem stärkeren Grade der Verknöcherung an der Lumbo-sacral-Grenze auftreten. Die Stellung der Fortsätze zueinander haben wir bereits in einem vorhergehenden Kapitel (S. 394) berücksichtigt. Ihre Gelenkflächen können nun entweder konkav oder plan oder gar konvex geformt sein. Nach meinen Untersuchungen finden

wir die Gelenkflächen in folgendem prozentualen Verhältnis ihrer Form nach vor:

beiderseits	konvex	= 0,4%
-	plan	= 35,1%
-	schwach konkav	= 44,9%
-	stark konkav	= 17,7%
rechts und links	verschieden	= 1,9%

Am häufigsten zeigt sich demnach eine schwach konkave Gelenkfläche an den Processus articulares.

Eine einseitige Ossification der Facies auricularis sacri et ilei ist als Begleiterscheinung des hohen Alters oder eines krankhaften Prozesses aufzufassen. Ich traf sie unter meinem Material in 1,5% an. Eine knöcherne feste Verbindung zwischen Kreuzbein und Darmbein auf beiden Seiten zugleich traf ich niemals an.

Ebenfalls auf pathologischer Grundlage basieren wohl auch die Verkrümmungen des normalerweise ziemlich symmetrisch sich anlegenden Kreuzbeines. Eine absolute Asymmetrie fand ich unter meinem Material nur zweimal vor und zwar handelte es sich beide Male um eine Abbiegung von der Sagittalachse nach links. In einem Falle konnte aus den Knochen des übrigen Skeletes festgestellt werden, daß stark skoliotische Bildungen vorlagen. Teilweise schwache Asymmetrie am cranialen oder caudalen Ende des Kreuzbeines zeigte sich in 14,5% meines Untersuchungsmaterials. Hiervon fielen 6,7% auf Sacra, die eine Asymmetrie am caudalen Ende aufwiesen, und 7,8% auf solche, die am cranialen Ende asymmetrisch waren.

Durch die phylogenetische Wanderung der Beckenknochen entlang der Wirbelsäule wird natürlich auch eine Verschmelzung des Kreuzbeines mit andern Regionen bedingt. Allerdings ist es, wenn man das Sacrum für sich betrachtet, nicht möglich, mit Bestimmtheit auszusagen, ob eine Verminderung der Kreuzbeinsegmente aus der Abgabe eines Wirbels an die Lendenregion oder an den Coccyx resultiert. Dasselbe trifft bei einer Vermehrung der Sacralwirbel zu.

Alfred Fischel (1906, S. 473) hat nun 524 Leichen auf die Häufigkeit des Auftretens von Varietäten des Rumpfskeletes untersucht. Er fand bei 6,2% seines Beobachtungsmaterials 25 präsacrale Wirbel vor. Dabei konstatierte er, daß sich diese Vermehrungen der Zahl der präsacralen Wirbel viel häufiger auf die Brustregion bezieht, als auf die Lendenwirbelsäule. Es fanden sich nämlich unter seinen Objekten 13 Brustwirbel in 4,3%, 6 Lendenwirbel

dagegen nur in 1,9%. Eine Verminderung der Wirbelzahl fand sich bedeutend seltener. Fischel beobachtete 23 präsacrale Wirbel an nur 2,6%. Davon besaßen 0,3% nur 11 Brustwirbel, die übrigen 2,3% nur 4 Lendenwirbel. Während also eine Verlängerung der Lendenwirbelsäule seltener auftritt als eine Verlängerung der Brustwirbelsäule, findet anderseits eine Verkürzung der Lumbalregion weit häufiger statt als eine Verkürzung der Thoracalregion.

J. Canalis sacralis.

Das Ende der Medulla spinalis wird am sacralen Abschnitt der Wirbelsäule bekanntlich vom Canalis sacralis eingeschlossen. Dieser Sacralkanal wird durch die ossifizierten Bögen der Kreuzbeinwirbel gebildet. Er erstreckt sich verschieden weit am Sacrum herab, meist bis zum vierten Wirbelkörper oder bis an die Grenze zwischen viertem und fünftem Segment. Meine Beobachtungen hierüber lauten:

	Mensch	Affen
Canalis sacralis vollkommen offen	5%	—
Canalis sacralis geschlossen bis an die Grenze zwischen I. und II. Kreuzbeinwirbel	0,5%	—
Canalis sacralis geschlossen bis zum II. Kreuzbeinwirbel	1,4%	—
Canalis sacralis geschlossen bis an die Grenze zwischen II. und III. Kreuzbeinwirbel	1,9%	—
Canalis sacralis geschlossen bis zum III. Kreuzbeinwirbel	14,4%	8,7%
Canalis sacralis geschlossen bis an die Grenze zwischen III. und IV. Kreuzbeinwirbel	13%	—
Canalis sacralis geschlossen bis zum IV. Kreuzbeinwirbel	23,7%	17,3%
Canalis sacralis geschlossen bis an die Grenze zwischen IV. und V. Kreuzbeinwirbel	21,9%	—
Canalis sacralis geschlossen bis zum V. Kreuzbeinwirbel	14%	13%
Canalis sacralis geschlossen bis an die Grenze zwischen V. und VI. Kreuzbeinwirbel	0,5%	—
Canalis sacralis geschlossen bis zum VI. Kreuzbeinwirbel	—	4,3%
Canalis sacralis vollkommen geschlossen bis zum untersten Ende des Kreuzbeines	—	8,7%

Aus der vergleichenden Betrachtung der obigen Tabelle geht hervor, daß ein Schluß des Canalis sacralis sehr verschieden weit am Kreuzbeine sich zeigt und daß der Sacralkanal sich am menschlichen Material nicht so weit am Sacrum erstreckt, wie dies beim Affenkreuzbeine der Fall ist. Am letztgenannten habe ich auch niemals einen vollkommen offenen Canalis sacralis gefunden, wie ihn

z. B. Fig. 14 am menschlichen Sacrum zeigt. Natürlich wird auch der Grad der Verknöcherung am Kreuzbein auf die Geschlossenheit des Sacralkanals Einfluß ausüben. Ist nämlich das erste Kreuzbeinsegment noch nicht vollkommen sacralisiert, so wird sein Wirbelbogen auch noch nicht mit den Bögen der unter ihm liegenden Sacralwirbel verschmolzen sein; wir werden bei einem solchen Knochen also in der hinteren Begrenzung des Neuralkanals eine Öffnung gegenüber der Grenze zwischen erstem und zweitem Wirbelsegment vorfinden. Auch wird bei derartigen unvollkommenen Ossificationen der Processus spinosus des ersten Wirbels noch nicht rückgebildet sein. Als eine Hemmung der Verknöcherung muß die Erscheinung angesehen werden, daß der Sacralkanal nur aus einzelnen Wirbelbögen besteht, die nicht zusammen verschmolzen sind. Eine solche Form des Canalis sacralis erweist sich bei den Affenkreuzbeinen als sehr häufig, da sie in 48% des Materials zu konstatieren war, beim Menschen dagegen nur in 3,7% aller Untersuchungsobjekte.

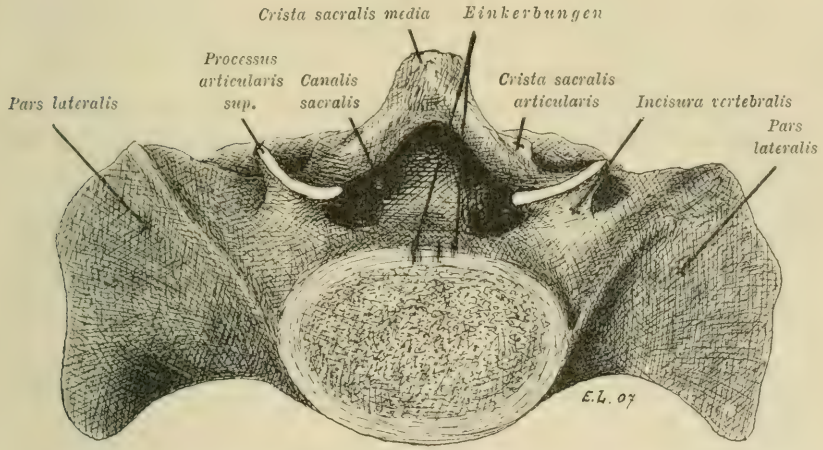
Fig. 14.

Dorsalansicht eines Kreuzbeines mit offenem Sacralkanale.

In die distale Mündung des Canalis sacralis, den Hiatus, erstreckt sich bei manchen Kreuzbeinen von der oberen Grenze in sich nach unten verjüngender, also spitz auslaufender Form ein knöchernes Züngelchen, das man wohl als letztes Rudiment eines Processus spinosus eines unteren Sacralwirbels ansehen darf. Natürlich fehlt es sehr oft und ist vorkommenden Falles sehr verschieden gestaltet. Irgendeine besondere Bedeutung dürfte man dieser Varietät kaum zuschreiben. An der vorderen oberen Grenze des Canalis sacralis zur Basis des Sacrum beobachtete ich bei 39,7% des mir zur Verfügung stehenden Materials mehrere kleine Einkerbungen, die bisher meines Wissens noch nirgends beschrieben worden sind. Wie ich mich überzeugen konnte, zeigten sich die Einkerbungen auch häufig an der entsprechenden Stelle der Lendenwirbel. Am Sacrum treten sie manchmal vereinzelt auf, manchmal auch als zwei, drei oder vier kurze und mehr oder weniger tiefe strichför-

mige Einschnitte. Um die Ursache dieser Erscheinung festzustellen, präparierte ich an der frischen Leiche das Ligamentum longitudinale posterius an der Grenze zwischen Lumbal- und Sacralregion der Wirbelsäule und konnte konstatieren, daß sich tatsächlich zwei strichförmige Einkerbungen am Kreuzbein zeigten. Der eigentliche Grund ihres Vorkommens ließ sich bei der Präparation mit bloßem Auge leider nicht feststellen. Höchstwahrscheinlich rühren diese Einkerbungen von austretenden Lymphgefäßen her, die zur Ernährung der Zwischenwirbelscheiben dienen. Es ist jedoch auch nicht ausgeschlossen, daß besondere Fasern vom Ligamentum longitudinale posterius nach innen zwischen die Wirbelkörper laufen und diese

Fig. 15.



Obere Ansicht eines Kreuzbeines zur Veranschaulichung der Einkerbungen an dem hinteren Basisrande. 1/1.

Einkerbungen am Knochen hinterlassen (Fig. 15). Eine definitive Entscheidung darüber läßt sich nur bei mikroskopischer Untersuchung und an ganzen Reihen von frischen Leichen gewinnen; eine Untersuchung, die anzustellen mir die Zeit nicht erlaubt.

Um auch die Formverhältnisse des Einganges des Sacralkanals festzustellen, habe ich an dieser Stelle den sagittalen Durchmesser projektivisch und die Breite direkt gemessen. Der Längen-Breitenindex des Canalis sacralis oder kurz: der »Canalis sacralis-Index« gibt das Verhältnis von sagittalem Durchmesser zur Breite des oberen Kanaleinganges an. Auch in der Form des Canalis sacralis könnten eventuell Rassenunterschiede liegen, für deren Ermittelung dieser Index von Bedeutung wäre.

$$\text{Canalis sacralis-Index} = \frac{\text{Projektivischer sagittaler Durchmesser des Kanaleinganges} \times 100}{\text{Breite des Kanaleinganges.}}$$

Je höher dieser Index ist, um so mehr ist die obere Öffnung des Sacralkanals in sagittaler Richtung ausgedehnt. Die Mittelwerte dieses Index für einige Hauptgruppen sind folgende:

Birmanen	46,9	Formosaner	60,3
Bewohner vom Ural (Usa)	53,8	Asiaten im allgemeinen	60,5
Alpenvölker	57,0	Kaukasier	62,5
Europäer im allgemeinen	57,8	Feuerländer	71,9
Neger	58,3		

Den höchsten durchschnittlichen »Canalis sacralis-Index« besitzen nach obiger Tabelle die Feuerländer mit 71,9; den niedrigsten Durchschnittsindex mit 46,9, also den plattesten oberen Eingang in den Sacralkanal, weisen die Birmanen auf.

Um nun festzustellen, ob eine geräumige obere Öffnung für den Sacralkanal korrelativ mit einer stärkeren Größenentwicklung des Sacrum auftritt, oder ob die dimensionalen Verhältnisse von Canalis sacralis und Kreuzbein nur in geringer Beziehung zueinander stehen, berechne ich das Verhältnis des Produktes aus Höhe und Breite des proximalen Kanaleinganges zu dem Produkt, das man durch Multiplikation der Bogenlänge mit der oberen Bogenbreite des ganzen Kreuzbeines erhält.

Die Durchschnittswerte dieses Index für die einzelnen Gruppen lauten:

8 Birmanen	2,8	19 Asiaten im allgemeinen	3,5
13 Tiroler	3,2	7 Formosaner	3,6
4 Franken	3,3	3 Feuerländer	3,6
39 Bayern	3,4	48 Alpenbewohner	3,7
85 Europäer im allgemeinen	3,4	10 Oberbayern	3,7
9 Bewohner vom Usa (Ural)	3,4	5 Österreicher (ohne Tiroler)	4,0
3 Ostafrikanische Neger	3,4	25 Schweizer	4,1
13 Pfälzer	3,5	5 Neger im allgemeinen	4,6
8 Schwaben	3,5	4 Kaukasier	4,9

Den niedrigsten durchschnittlichen Indexwert weisen nach obenstehender Tabelle die Birmanen mit 2,8 auf; den höchsten Durchschnittswert besitzen mit 4,9 die Kaukasier. Es zeigt sich also eine verhältnismäßig große Schwankungsbreite. Aber diese Zahlen geben uns noch nicht das gewünschte Resultat. Denn eine größere oder

geringere Correlation zweier Maße spricht sich erst aus in der größeren oder geringeren Konzentration der Einzelwerte ihrer Indices um den Mittelwert. Zur Prüfung der Konzentration der Werte läßt sich die »stetige Abweichung« oder »Standard Deviation« verwenden. Bekanntlich wird die »Standard Deviation« gefunden, indem man die ins Quadrat erhobenen Abweichungen jeder Klasse vom Mittelwert mit der Zahl der in die betreffende Klasse fallenden Individuen multipliziert, die Produkte addiert, durch die Gesamtzahl der Individuen dividiert und aus dem Quotienten die Quadratwurzel zieht. Je beträchtlicher die »Standard Deviation« ist, desto geringer ist die Konzentration der Gruppe. Die »Standard Deviation« beträgt bei den von mir untersuchten größeren Gruppen:

Tiroler	0,645
Bewohner vom Usa (Ural)	0,701
Bayern	0,824
Asiaten im allgemeinen	0,834
Schweizer	0,963

Um ein Urteil über die Bedeutung dieser »Standard Deviation« zu gewinnen, müßten wir dieselbe derjenigen eines andern Merkmales gegenüberstellen, von dem wir wissen, daß es vergleichende Bedeutung besitzt. Um aber diese Untersuchung durchführen zu können, werden wir genötigt sein, die »Standard Deviation« in Prozenten des zugehörigen Mittelwertes auszudrücken, d. h. den sogenannten Variabilitätskoeffizienten zu berechnen; denn die gleiche »Standard Deviation« muß für ein durch kleine Zahlen charakterisiertes Merkmal höhere Bedeutung besitzen, als für eines, dessen Werte aus großen Zahlen bestehen. So kann z. B. für den oben berechneten Index schon eine »Standard Deviation« von 1,0 außerordentlich beträchtlich sein, weil dieser Index an und für sich nur kleine Werte repräsentiert, wogegen bei einem durchschnittlich durch hohe Zahlen wiedergegebenen Merkmal eine »Standard Deviation« von 1,0 unter Umständen als sehr gering zu bezeichnen ist.

In Prozenten des Mittelwertes des Index jeder Gruppe ausgedrückt, beträgt die Standard Deviation bei:

Tirolern	20,16%
Bewohnern vom Ural (Usa)	20,62%
Asiaten im allgemeinen	23,17%
Schweizern	23,49%
Bayern	24,24%

Zur Gegenüberstellung wollen wir den Längen-Breitenindex des Sacrum oder Sacralindex *A* benutzen, der, wie wir gesehen haben, eine gewisse rassenvergleichende Bedeutung besitzt. Wie erinnerlich, setzt er die »obere gerade Breite« des Sacrum in ein prozentuales Verhältnis zur »vorderen geraden Länge«. Die »Standard Deviation« beträgt für die Gruppe der von mir untersuchten Asiaten — ich greife irgendeine größere Gruppe von Bedeutung zur Vergleichung heraus — für diesen Sacralindex *A* = 10,507; in Prozenten des Mittelwertes dieser Gruppe ausgedrückt 10,67%. Dagegen stoßen wir innerhalb derselben Gruppe bei dem hier behandelten Index auf eine »Standard Deviation«, deren Wert 23,17% des durchschnittlichen Index ausmacht. Also werden wir hieraus schließen können, daß bei dem Index, der das Verhältnis des Produktes aus Höhe und Breite des proximalen Kanaleinganges zu dem Produkt angibt, das man durch Multiplikation der Bogenlänge mit der oberen Bogenbreite des ganzen Kreuzbeines erhält, die Konzentration eine bedeutend geringere ist als beim »Sacralindex«. Demnach ist die Korrelation zwischen der Weite der oberen Öffnung des Sacralkanales und der Größe des Kreuzbeines ziemlich gering, so daß wir kaum erwarten können, darin ein rassenunterscheidendes Merkmal zu finden.

K. Hinterfläche des Sacrum.

An der Hinterfläche des Kreuzbeines bilden die untereinander liegenden Processus spurii die Crista sacralis media, während jederseits lateral die Cristae sacrales laterales durch die synostosierten Processus transversi der Sacralwirbel entstanden sind. Vielfach sind die Crista sacralis media stark, die Cristae laterales dagegen nur schwach ausgeprägt. Natürlich tritt auch oft das umgekehrte Verhältnis ein, so daß eine Korrelation in der Ausbildung der Crista sacralis media und der Cristae sacrales laterales nicht konstatiert werden konnte. Eine Statistik darüber, welche Crista stärker und welche schwächer im Verhältnis zur andern ausgebildet erscheint, ist wohl deshalb ziemlich überflüssig. Zu bemerken ist nur, daß der Processus spurius des ersten Sacralwirbels sich oft deutlich von der Crista media abhebt, und zwar namentlich dann, wenn der oberste Sacralwirbel einen selbständigen Wirbelbogen aufweist. Zuweilen ist auch noch der zweite, dritte und sogar der vierte Processus spurius deutlich ausgeprägt. Ähnlich wie die Cristae boten

auch die Incisurae vertebrales superiores ein wechselndes Bild in der Art ihrer Ausprägung.

L. Promontorium und Sacralbasis.

Wie erinnerlich, habe ich in einem der vorhergehenden Kapitel (S. 398) die Verschiedenheiten in der Gestaltung des Kreuzbeines, die sich aus dem ungleichen Verhältnis der Lage der Partes laterales zur Basalebene des Sacrum ergeben, durch die Termini: hyperbasal, homobasal und hypobasal zu charakterisieren versucht. Es läßt sich nun leicht vorstellen, daß bei einem Kreuzbein mit hypobasalen Partes laterales das Promontorium sich bedeutend weiter oberhalb der Linea innominata des Beckens befinden muß, als bei einem Sacrum mit hyperbasalen oder homobasalen Partes laterales. Ich versuchte diese Differenz in Zahlen auszudrücken durch Bestimmung der »Projektivischen Höhe des Promontorium über der Linea innominata«. In Übereinstimmung mit dem früher Ausgeführten (S. 400 ff.) stellt es sich heraus, daß die »projektivische Höhe des Promontorium über der Linea innominata« im Mittel beim Europäer niedriger (20 mm) ist als beim Nicht-Europäer (23 mm).

Was nun die Basis des Kreuzbeines betrifft, so habe ich zur Feststellung ihrer dimensionalen Verhältnisse den »Sacralbasis-Index« gewählt, der den größten Transversaldurchmesser der Basis in Beziehung zum medianen Sagittaldurchmesser bringt. Je höher dieser Index ist, desto rundlicher ist die Basis des Kreuzbeines.

$$\text{Sacralbasis-Index} = \frac{\text{Med. Sagittaldurchmesser} \times 100}{\text{Größter Transversaldurchmesser.}}$$

Die Mittelwerte dieses Index für die größeren Gruppen lauten: (Mittelwerte für die übrigen Gruppen: siehe Indextabelle.)

Bewohner vom Ural (Usa)	54,1	Neger	61,2
Feuerländer	56,5	Asiaten im allgemeinen	62,6
Europäer im allgemeinen	58,5	Kaukasier	62,6
Formosaner	58,6	Birmanen	66,4
Alpenvölker	58,7		

In andern kleineren Gruppen geht der mittlere Index noch tiefer herab und finde ich den niedrigsten Mittelwert mit 51,8 bei den Italienern.

Nachdem wir nun die Form der Sacralbasis betrachtet haben, wollen wir auch den Grad ihrer Neigung nicht außer acht lassen. Allerdings begegnen wir bei dieser Betrachtung manchen Schwierigkeiten; denn wir besitzen am Sacrum selbst keine feste Ebene, zu der wir die Neigung der Sacralbasis bestimmen könnten. Es bleibt uns in dieser Beziehung nur übrig, gleichsam eine Hilfsebene zu schaffen. Als eine solche können wir entweder die »hintere gerade Länge« des Kreuzbeines oder den oberen Abschnitt der vorderen Sacralkurve wählen. So erhalten wir:

1) den Promontoriumwinkel (vgl. Fig. 5, S. 387),

2) den »geraden Sacrallängen-Index«.

Der erstgenannte gibt die Neigung der Sacralbasis zum oberen Abschnitt der vorderen Sacralkurve an. Die Mittelwerte dieses Winkels für die wichtigeren von mir untersuchten Gruppen sind folgende:

Alamannen	59°	Neger	63°
Kaukasier	59°	Bewohner vom Ural (Usa)	63°
Alpenvölker	61°	Asiaten im allgemeinen	65°
Europäer im allgemeinen	62°	Formosaner	65°
Birmanen	62°	Schweizersbild	70°
Feuerländer	62°		

Den größten durchschnittlichen »Promontoriumwinkel« (70°) besitzen also die Sacra der neolithischen Station »Schweizersbild«. Hier ist die Neigung der Sacralbasis gegen die vordere Kurve in meinem Untersuchungsmaterial die größte. Der kleinste »Promontoriumwinkel« zeigt sich im Mittel bei den Tiroler Sacra mit 58°.

Wie eben erwähnt, ist eine Bestimmung des Neigungsgrades der Sacralbasis auch noch durch den »geraden Sacrallängen-Index« möglich. Wenn wir uns nämlich die Form des Sacrum schematisch als ein Dreieck vorstellen, dessen eine Seite die »vordere gerade Sacrallänge« ist, dessen zweite Seite die »hintere gerade Sacrallänge« repräsentiert, und dessen dritte Seite der Sagittaldurchmesser der Sacralbasis sein soll, so wird — vorausgesetzt, daß der Sagittaldurchmesser sich immer gleich bliebe — der »Promontoriumwinkel«, d. h. am Dreieck der Winkel zwischen »vorderer gerader Sacrallänge« und Sagittaldurchmesser der Sacralbasis auch durch die Länge der gegenüberliegenden Seite, also in diesem Falle der »hinteren geraden Sacrallänge« bestimmt. Nun ist naturgemäß der mediane Sagittaldurchmesser der Sacralbasis bei den verschiedenen Objekten

niemals gleich. Indessen wird dieses Maß, relativ zu den beiden geraden Längenmaßen betrachtet, nicht sehr stark variieren. Auch noch der verschiedene Grad der Curvatur des Sacrum bleibt hierbei unberücksichtigt, so daß das Verhältnis der »hinteren geraden Sacrallänge« zur »vorderen geraden Sacrallänge« nur rein schätzungsweise Verwendung finden kann. Dieses Verhältnis drückt der »gerade Sacrallängen-Index« aus.

$$\text{Gerader Längenindex} = \frac{\text{Vordere gerade Sacrallänge} \times 100}{\text{Hintere gerade Sacrallänge.}}$$

Die Mittelwerte dieses Index für die wichtigsten Gruppen lauten:

Alpenvölker	97	Formosaner	98,1
Europäer im allgemeinen	97,1	Bewohner vom Ural (Usa)	98,3
Birmanen	97,8	Neger	101,3
Kaukasier	98	Feuerländer	103,1
Asiaten im allgemeinen	98,1		

Aus obiger Tabelle ersieht man, daß im allgemeinen die »hintere gerade Länge« größer ist, als die »vordere gerade Länge«; unter den aufgezählten Gruppen zeigen nur Neger und Feuerländer das umgekehrte Verhältnis.

Nachdem wir nun versucht haben, die Neigung der Sacralbasis gegen eine Ebene zu bestimmen, die am Kreuzbein selbst sich befand, wollen wir diese Untersuchung fortführen, indem wir von einer bestimmten Ebene am Gesamtbecken ausgehen. Leider finden wir dabei in der einschlägigen Literatur nur spärliche entsprechende Untersuchungen, die uns einen Schluß auf die Stellung des Sacrum im Becken lebender Individuen noch nicht erlauben. Allgemein angenommen wird, daß diejenige Ebene des Beckens, in welcher die Spinae iliacae anteriores superiores und die Symphysis ossis pubis gelegen sind, bei aufrecht stehenden Individuen im Leben senkrechte Stellung einnimmt. Exakte Messungsreihen hierüber, die eine vergleichende Untersuchung der Stellung dieser Ebene im Leben bei verschiedenen Rassen bringen, liegen meines Wissens noch nicht vor. Trotzdem habe ich von dieser Ebene aus den Neigungsgrad der Sacralbasis an meinen Untersuchungsobjekten gemessen, in der Meinung, daß späteren Bearbeitern der Beckenneigung am Lebenden damit vielleicht gedient sein könnte. Zwar hat Paul Schröter (1884, S. 73) den Grad der Beckenneigung beim Lebenden zu bestimmen gesucht, indem er die schon vor ihm gebräuchliche so-

genannte »anthropologische Beckeneingangsebene« verwandte, d. h. diejenige Ebene, die einerseits die Spitze des Processus spinosus vertebrae lumbalis V. und anderseits den oberen Rand der Symphysis ossis pubis berührt. Der Winkel dieser »anthropologischen Beckeneingangsebene« zum Horizont — also zu einer idealen Wagerechten — ergibt die »anthropologische Beckenneigung«. Indessen war es mir nicht möglich, diese Ebene für meine Untersuchungen zu verwenden, da ich vielfach keine vollständigen Skelete zur Verfügung hatte. Doch möchte ich nicht unterlassen, die wichtigsten Resultate Paul Schröters an dieser Stelle einzufügen. Hiernach sind die meisten weiblichen Becken zwischen 40—50° zum Horizont geneigt, wenig geneigte Becken (deren Neigungswinkel zum Horizont unter 40° liegt) kommen häufiger vor, als stark geneigte Becken (Neigungswinkel über 50°). »Bei den Männern sind ebenfalls die meisten Becken zwischen 40 und 50° zum Horizont geneigt; auch hier überwiegt die Zahl der schwach geneigten die stark geneigten Becken (S. 81). Die Beckenneigung ist bei verschiedenen Nationalitäten bzw. Rassen verschieden. Unter den Frauen deutscher, polnischer Nationalität, den Jüdinnen und Estinnen findet man die stärkste Beckenneigung bei den Deutschen, eine geringere bei Polinnen, eine noch geringere bei Jüdinnen und die geringste bei den Estinnen. Unter den Männern der deutschen, polnisch-russischen Nationalität und den Juden findet man die stärkste Beckenneigung bei den Deutschen, eine geringere bei den Polen und Russen und die geringste bei den Juden. — Die Beckenneigung ist nicht bei allen Nationalitäten bzw. Rassen derart, daß sie bei Frauen eine stärkere als bei den Männern derselben Nationalität bzw. Rasse ist; — bei den Polen und Juden ist die Beckenneigung der Frauen eine geringere als die der Männer.«

Für das russische weibliche Becken stellt G. Runge (1889, S. 133) fest, daß die Neigung der Vorderfläche des Sacrum gegen den Horizont im allgemeinen einen Winkel von 59° bildet. Zu diesem Resultat kam der Autor, indem er für alle Fälle die Beckenneigung beim aufrecht stehenden Lebenden gleich 45° annahm, einen Wert, der sich aus den Schröterschen Untersuchungen (1884) ergab.

Die Durchschnittswerte des von mir berechneten »Sacralneigungswinkels« für die größeren Gruppen betragen:

Alpenvölker	44°	Asiaten im allgemeinen	52°
Europäer im allgemeinen	48°	Neger	56°
Formosaner	50°	Birmanen	57°
Kaukasier	50°	Feuerländer	59°

Der »Sacralneigungswinkel« ist im Durchschnitt unter den ostafrikanischen Negerkreuzbeinen mit 61° am größten, am kleinsten unter den pfälzerischen Sacra mit 32°. So spärlich die untersuchten Gruppen auch noch sein mögen, so geht aus der Vergleichung der Mittelwerte dieses Winkels doch hervor, daß das Kreuzbein des Europäers im Becken mehr geneigt ist, als das außereuropäische Sacrum.

M. Foramina sacralia anteriora.

An den lateralen Rändern der Foramina sacralia anteriora zeigen sich seichte und breite Rinnen, die in jene Öffnungen seitlich hineinziehen. Sind diese Rinnen stärker ausgeprägt, so kann leicht der Eindruck erweckt werden, als ob die Lumina der Foramina sacralia anteriora gewissermaßen mehr als gewöhnlich nach hinten konvergieren. Indessen ist dies nur eine Täuschung; denn bekanntlich konfluieren die Foramina sacralia anteriora durch die Foramina intervertebralia mit dem Canalis sacralis in allen Fällen. Wenn die lateralen Rinnen dagegen nur schwach ausgeprägt sind, hat es den Anschein, als seien die Foramina sacralia anteriora mehr sagittal gerichtet. In Wahrheit trifft auch dies naturgemäß bei allen Kreuzbeinen zu, da die Foramina sacralia anteriora nach der Hinterfläche des Sacrum zu mit den Foramina sacralia posteriora in Verbindung stehen. Eine Statistik über die Art der Ausprägung dieser Rinnen ist sehr dem subjektiven Ermessen überlassen und daher zwecklos. Irgendwelche bemerkenswerte Unterschiede habe ich nicht feststellen können.

Die Gestalt der Foramina sacralia anteriora kann rund oder oval sein; meist sind die beiden obersten Löcher rund, während die unteren Foramina eine mehr ovale Form annehmen. Unter meinem Untersuchungsmaterial fand ich:

Foramina sacralia anteriora rund bei 20,9%
- - - oval bei 19,4%
- - - im oberen Abschnitt des Kreuzbeines rund, im unteren oval bei 59,7%.

Henle (1871, S. 53) schreibt: »Die Breite zwischen den vorderen Kreuzbeinlöchern gemessen, bleibt sich bei allen gleich (32 mm). Die Kreuzbeinlöcher liegen daher vorn und hinten in parallelen Reihen.« Dies trifft nach meinen Untersuchungen keinesfalls zu. Meist findet man bei einer die Foramina jeder Seite verbindenden Linie eine schwache Convergenz nach unten zu. Hin und wieder stößt man auch auf Kreuzbeine, bei denen die Breite zwischen den beiden zweiten oder dritten Foramina sacralia anteriora ein klein wenig größer ist, als diejenige zwischen den beiden obersten Löchern. Jedoch handelt es sich dabei immer nur um ein bis zwei mm. Des näheren kann man sich hierüber durch eine Vergleichung der Breiten zwischen den Foramina sacralia anteriora orientieren, wie ich sie in der Tabelle der absoluten Maßzahlen mitteile. Rassendifferenzen sind durch dieses Maß wohl kaum zu konstatieren.

N. Vergleichender Teil.

Rassenunterschiede.

Zur Vergleichung der untersuchten Rassenkreuzbeine wurde mir durch die Güte des Herrn Dr. Mollison das Manuskript seiner Arbeit über Maorischädel überlassen, in der bestimmte von dem Autor konstruierte Kurven verwandt werden. Es soll dadurch, daß man eine größere Reihe von Merkmalen mit ihren Durchschnittswerten in eigenartiger Weise einträgt, die Stellung einer Gruppe zur andern graphisch dargestellt werden.

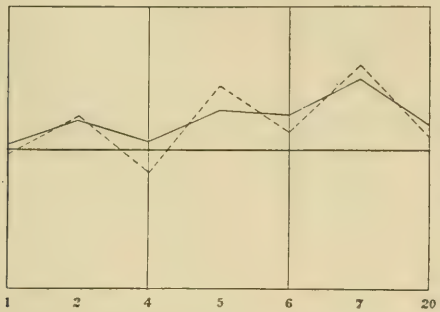
Mollison schreibt über jene Kurven[1]: »Zu diesem Zwecke legen wir sämtliche Mittelwerte der Gruppe in den verschiedenen Merkmalen in willkürlichen, aber gleichen Abständen auf eine Gerade. In ebenfalls willkürlichen, aber gleichen Abständen nach oben und unten ziehen wir zwei Parallele zu diesen Geraden. Die Variationsbreiten unsrer Gruppe nach jeder Seite hin setzen wir gleich den Abständen der beiden Parallelen von der Mittelwertslinie; dem Abstande erteilen wir den Wert 100. In dem so gewählten Maßstabe tragen wir die für die Abweichungs-Indices erhaltenen Werte ihrem positiven oder negativen Wertzeichen entsprechend vom zugehörigen Mittelwert nach oben oder unten ab. Verbinden wir die Endpunkte dieser Strecken, so erhalten wir eine gebrochene Linie, welche im

[1] Vgl. auch Korrespondenz-Blatt der Deutschen Anthropolog. Gesellschaft XXXVIII, 1907, S. 147 u. ff.

Zickzack über das durch die Mittelwertslinie und die beiden Parallelen dargestellte Band läuft.«

Derart sind auch die dieser Arbeit beigegebenen Kurven ausgeführt. Auf Grund solcher graphisch dargestellten Werte wollen wir eine vergleichende Übersicht der sich in unserm Beobachtungsmateriale zeigenden Merkmale unternehmen.

Kurve I.

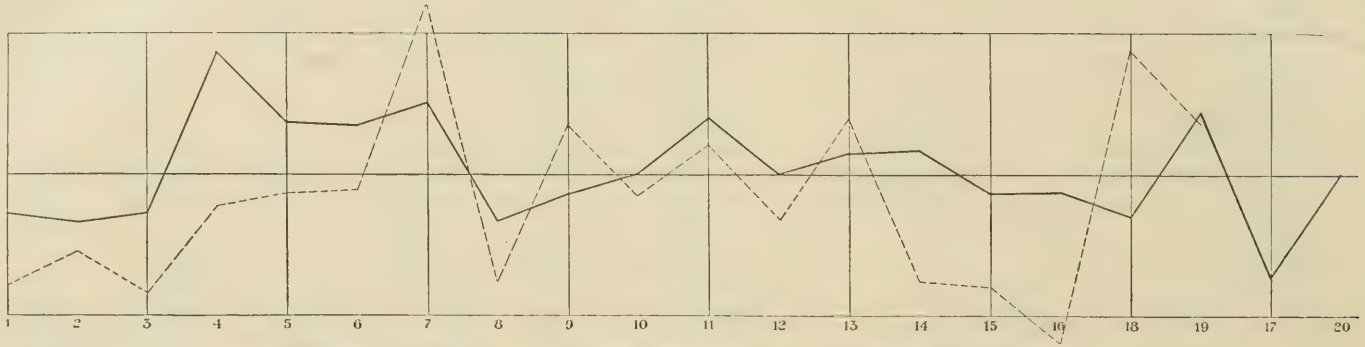


Europäer = Basis.
Andamanen = ———
Negrito = -------

Verwendete Merkmale:

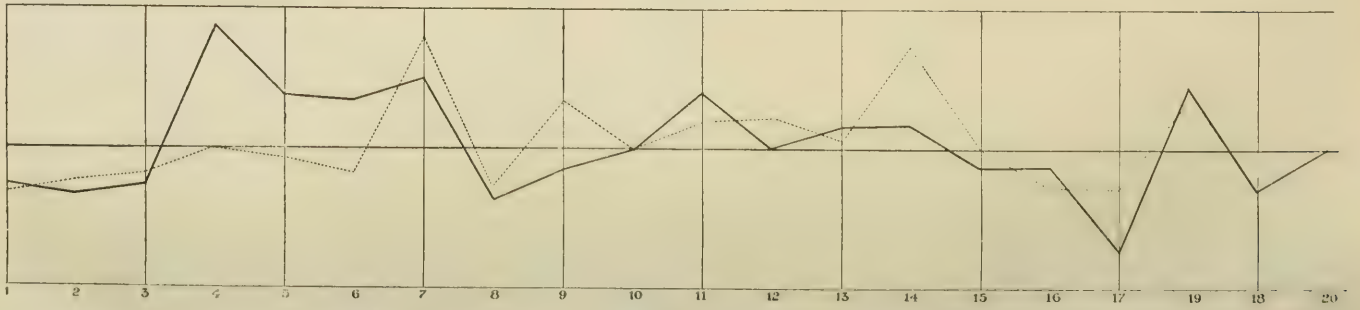
1) Sacralindex *A.*
2) - *B.*
3) - *C.*
4) Oberer Breitenindex.
5) Mittlerer -
6) Ganzer -
7) Längenkrümmungsindex *A.*
8) - *B.*
9) Oberer Querkrümmungsindex.
10) Mittlerer -
11) Gerader Längenindex.
12) Canalis sacralis-Index.
13) Sacralbasisindex.
14) Höhenlageindex.
15) Rechter Gelenkflächenindex.
16) Linker -
17) Promontoriumwinkel.
18) Gelenkflächenwinkel.
19) Sacralneigungswinkel.
20) Auricularanteilindex.

Kurve II.



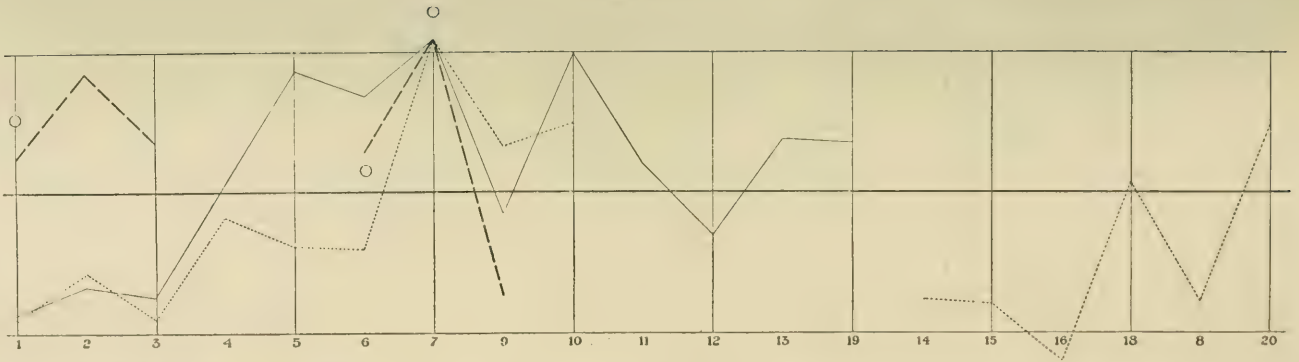
Europäer = Basis. Neger = ——— Anthropoide = – – – –

Kurve III.



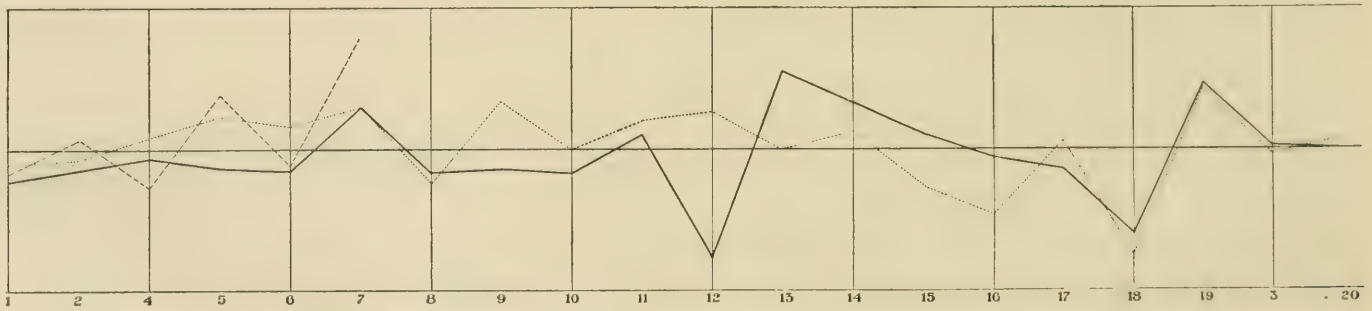
Europäer = Basis. Neger = ——— Ägypter = – – – – –

Kurve IV.



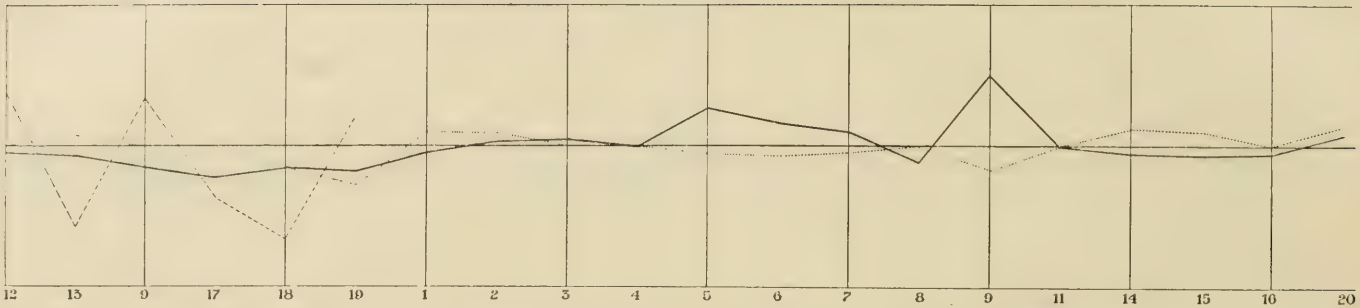
Europäer = Basis. Orang = ——— Gorilla = ····· *Cynocephalus* ------ *Cercopithecus* ○○○

Kurve V.



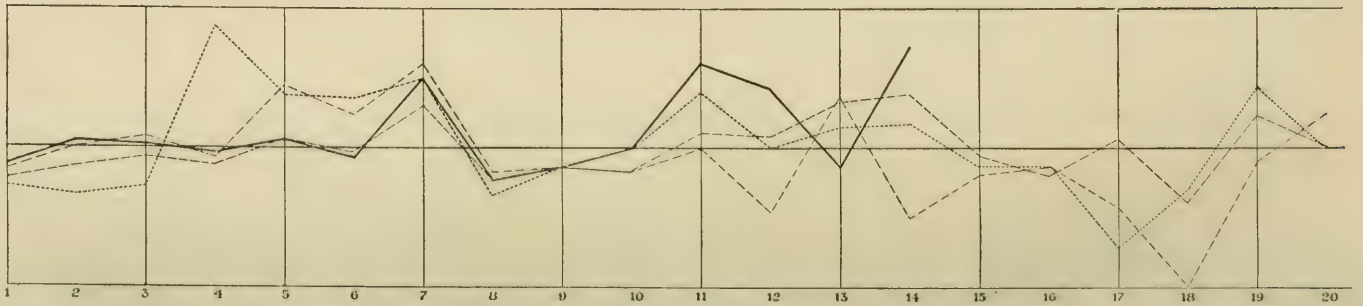
Europäer = Basis. Malaien = ----- Birmane = ——— Chinese und Japaner = ·····

Kurve VI.



Europäer = Basis. Alamanne = ------- Bayern = ——— Schweizer = ...

Kurve VII.



Europäer = Basis. Australier und Ozeanier = —·—·— Asiaten = ------- Amerikaner = ——— Afrikaner = ...

Bei dem aktuellen Interesse, das gerade gegenwärtig eine anthropologische Vergleichung von Andamanen mit Negrito bietet, wollen wir der Frage einer Verwandtschaft zwischen diesen beiden Gruppen, der auch Rud. Martin (1905) einen Teil seiner bekannten Untersuchungen über die Inlandstämme der Malaiischen Halbinsel widmet, ebenfalls näher treten. Die Resultate sind in Kurve I dargestellt, in der das europäische Kreuzbein als Basis gewählt wurde. Tatsächlich erkennen wir an Hand dieser Kurve eine ausgeprägte Übereinstimmung zwischen den Merkmalen am Kreuzbeine der Andamanen und der Negrito. Das Sacrum der Andamanen sowohl wie dasjenige der Negrito ist relativ breiter als das europäische, auch darin zeigen Andamanen und Negrito eine deutliche Homogenität, daß die Verjüngung der Kreuzbeingestalt nach unten bei diesen beiden Gruppen nicht in der merklichen Weise vonstatten geht, wie beim Europäer. Ferner spricht sich die gemeinsame Ähnlichkeit der Kreuzbeingestalt von Andamanen und Negrito ebenso in einer relativ schwächeren Krümmung gegenüber derjenigen des europäischen Kreuzbeines aus als auch darin, daß die Articulationsfläche bei den Andamanen- und Negritosacra einen größeren Anteil am Kreuzbein besitzt, als es bei den europäischen der Fall ist.

Es wird nun sicherlich nicht uninteressant sein, ferner einmal an Hand des vorliegenden Untersuchungsmaterials zu prüfen, in welchen Merkmalen sich eine Homogenität zwischen Negrito- und Negerkreuzbeinen darbietet. Man vergleiche Kurve I und II. Es stellt sich dabei heraus, daß zwischen den genannten beiden Gruppen eine Übereinstimmung nur in der weniger ausgesprochenen Convergenz der Form des Kreuzbeines sich zeigt, daß aber auch das Negritosacrum im allgemeinen breiter als das Negerkreuzbein ist und sich auch in jeder andern Beziehung wesentlich davon unterscheidet.

Es tritt nun die Frage an uns heran, in welchen Merkmalen sich die Kreuzbeine der Neger von denen der Europäer unterscheiden (Kurve II). Dabei fällt zunächst auf, daß das Negerkreuzbein in seiner Form eine bedeutend geringere Convergenz nach unten zeigt, als dies beim europäischen Sacrum zutrifft. Auch ist das Sacrum der Neger im allgemeinen nicht so stark gekrümmt wie das europäische. Hingegen ist beim Neger im oberen Abschnitt des Kreuzbeines die Querkrümmung eine stärkere als beim Europäer. Was die Formverhältnisse des proximalen Einganges des Canalis sacralis anbetrifft, so zeigen sich bei beiden Gruppen keine nennenswerten Differenzen. Dasselbe gilt auch für die Vergleichung des

Anteiles, den die Gelenkfläche am Gesamtkreuzbein beider Rassen besitzt, wobei jedoch zu betonen ist, daß die Facies auriculares am Sacrum der Neger gewöhnlich breiter sind als beim Europäer. In betreff der Stellung des Sacrum im Becken ist zu konstatieren, daß das Negerkreuzbein weniger geneigt ist, als das europäische.

Eine Vergleichung zwischen Neger- und Ägypterkreuzbein (Kurve III) zeigt, daß diese Gruppen in mancher Beziehung miteinander übereinstimmen. Sowohl Neger wie Ägypter besitzen ein verhältnismäßig schmales Kreuzbein ohne bedeutende Krümmung (gegenüber dem europäischen Sacrum). Auch übertrifft bei beiden Gruppen die Größe der »vorderen geraden Sacrallänge« die der »hinteren geraden Sacrallänge«, ebenso wie der »Promontoriumwinkel« bei beiden kleiner ist als beim europäischen Sacrum. Eine merkliche Differenz zeigen Neger- und Ägypterkreuzbeine hauptsächlich in der Verjüngung ihrer Gestalt, da die ägyptischen Sacra an Convergenz der Seitenränder nach unten die Negerkreuzbeine bei weitem übertreffen.

Schließlich habe ich auch noch auf der Basis der europäischen Sacra die Übereinstimmungen und Unterschiede des Negerkreuzbeines von demjenigen der Anthropoiden im allgemeinen festzustellen versucht. Ich verweise wieder auf Kurve II. Wir erkennen daraus, daß das Kreuzbein der Anthropoiden schmäler ist als das der Neger, daß es eine bedeutend stärkere Verjüngung seiner Gestalt zeigt, daß seine Krümmung außerordentlich schwach ist, und daß seine »größte Bogenhöhe« relativ sehr nahe am Promontorium gelegen ist. In den dimensionalen Verhältnissen der Gelenkfläche zeigt sich bei Neger- und Anthropoidensacra eine gewisse Ähnlichkeit; hingegen finden wir eine weit stärkere Convergenz der Gelenkflächen zueinander bei den Anthropoiden. Auch ist die Gelenkfläche ihres Sacrum außerordentlich schmal.

Eine Vergleichung der Anthropoidensacra unter sich und im Vergleich zu europäischen Sacra (Kurve IV) ergibt eine wesentliche Flachheit und Schmalheit als Hauptausdruck ihrer Kreuzbeingestalt. Interessante Differenzen zeigen sich namentlich zwischen der Sacralform von Orang-Utan und Gorilla, da wir beim Orang-Utan eine bedeutend stärkere Convergenz der Seitenränder des Kreuzbeines bemerken. Auch ist beim Orang eine ausgeprägtere Querkrümmung am oberen Abschnitt des Sacrum vorhanden als beim Gorilla. Der Anteil, den die Gelenkfläche am Kreuzbein besitzt, ist beim Orang-Utan größer als beim Gorilla. Hinwiederum stellt sich in betreff

der allgemeinen formellen Verhältnisse des Sacrum heraus, daß in dieser Beziehung die angeführten beiden Anthropoiden einen bemerkenswerten Gegensatz zu dem Kreuzbein der Cynocephaliden bilden; denn das letztgenannte Sacrum ist relativ viel breiter, als das von Orang-Utan und Gorilla. Außerordentlich instruktiv zeigt dann auch die hier behandelte Kurventafel die Homogenität, mit der die betreffenden Merkmale aller Anthropoidenkreuzbeine ihre auffallende Flachheit bekunden. Hierbei zeichnen sich die Sacra der Cercopitheciden dadurch aus, daß sie die übrigen Anthropoidenkreuzbeine noch an Flachheit übertreffen.

Betrachten wir nun wieder auf europäischer Basis die Kreuzbeingestalt von Malaien, Birmanen, Chinesen und Japanern vergleichsweise (Kurve V), so erkennen wir, daß diese Gruppen in den Breitenverhältnissen ihres Sacrum lange nicht die relativen Dimensionen der Europäer erreichen. Weiterhin weisen jene Gruppen einen relativ schwächeren Convergenzgrad ihrer Facies auriculares sacri auf, als dies bei den europäischen Kreuzbeinen zutrifft. Auch besitzen die Sacra dieser Gruppen im allgemeinen sämtlich eine schwächere Sacralkrümmung als die Europäerkreuzbeine.

Zwischen schweizerischem und bayrischem Kreuzbein fallen folgende Unterschiede auf (Kurve VI):

Schweizer Kreuzbeine.	Bayrische Kreuzbeine.
Rundliche Basalfläche.	Mehr ovale Basalfläche.
Breites Kreuzbein.	Weniger breites Kreuzbein.
Starke Verjüngung der Form nach unten.	Schwache Verjüngung der Form nach unten.
Starke Längskrümmung.	Weniger starke Längskrümmung.

Immerhin sind, wie die Kurven lehren, diese Unterschiede nicht beträchtlich. Divergenter verhalten sich die Alamannenkreuzbeine, die mir zur Verfügung standen. Sie unterscheiden sich sowohl in der Form ihrer Sacralbasis, die fast oval ist, als auch in dem viel schwächeren Grade der Querkrümmung des oberen Abschnittes ihres Kreuzbeines von den andern gezeichneten Gruppen. Alsdann ist der Winkel, den die beiden Gelenkflächen des Alamannenkreuzbeines dorsalwärts bilden, bedeutend kleiner als beim bayrischen und schweizerischen Sacrum, wie auch der Neigungsgrad des Alamannenkreuzbeines verhältnismäßig gering ist.

Stellen wir die Bewohner aller fünf Erdteile einander gegen-

über, so ergibt sich (Kurve VII), daß das europäische Kreuzbein das relativ breiteste ist. Die kleinste Differenz zwischen oberer und mittlerer Breite zeigen die Afrikaner, die stärkste Verjüngung der Form von oben nach der Mitte zu die Asiaten. An deutlicherer Zuspitzung der Kreuzbeingestalt werden die asiatischen Kreuzbeine von den amerikanischen übertroffen. Das in sagittaler und transversaler Richtung am meisten gekrümmte Sacrum besitzen die Europäer. Dagegen ist der Neigungsgrad der Basalfläche mit der vorderen geraden Länge beim Europäer am geringsten. Den geräumigsten Canalis sacralis-Eingang besitzen die Australier und Ozeanier. Die relativ breiteste Gelenkfläche weisen die europäischen Kreuzbeine auf. Der Promontoriumwinkel der Europäer wird nur von demjenigen der Asiaten an Größe übertroffen; hingegen zeigen die Europäerkreuzbeine die kleinste Convergenz der Facies auriculares zueinander. Die stärkste Convergenz der Gelenkflächen finden wir bei den Australiern, bei denen auch die Auriculationsfläche den größten Anteil am Gesamtkreuzbein nimmt.

Es muß betont werden, daß in dieser kurzen vergleichenden Übersicht nur die allerwichtigsten Resultate, die aus der Betrachtung der verschiedenen Kurven resultieren, erwähnt wurden. Da die Mittelwerte mancher Gruppen doch aus relativ geringen Individuenzahlen berechnet werden mußten, glaubte ich, vorerst den kleineren Abweichungen keinen besonderen rassendiagnostischen Wert beilegen zu dürfen.

0. Allgemeine Resultate.

1) In der Mehrzahl der Fälle besteht das Sacrum aus fünf Wirbeln. Sechswirbelige Kreuzbeine sind häufiger als vierwirbelige (S. 348).
2) Das weibliche Kreuzbein ist relativ breiter als das männliche (S. 363, 368 und 373).
3) Das europäische Kreuzbein ist absolut und relativ breiter als dasjenige außereuropäischer Rassen (S. 381).
4) Das europäische Kreuzbein zeigt eine deutlichere Verjüngung der Form nach unten als das außereuropäische (S. 383).
5) Die Einordnung der verschiedenen Kreuzbeinformen in die dolichohierische, subplatyhierische als auch platyhierische Gruppe nach dem Sacralindex ergibt folgende auf größerem Untersuchungsmateriale basierende Rassenunterschiede (S. 369 ff.):

a) dolichohierische Kreuzbeine besitzen Buschmänner, Malaien, Chinesen (letztgenannte jedoch nur ♂),
b) subplatyhierische Kreuzbeine besitzen Mehrzahl der Neger, Mehrzahl der Aino, Japaner (letztgenannte jedoch nur ♂),
c) platyhierische Kreuzbeine besitzen Australierinnen, Japanerinnen, Europäer.

6) Die Krümmung des Kreuzbeines ist keine gleichförmige. Meist ist das Sacrum im oberen Abschnitt weniger gekrümmt als im unteren (S. 392).

7) Die »größte Bogenhöhe« der Sacralkurve liegt gewöhnlich in der Höhe des dritten Sacralwirbels (S. 388).

8) Die Sacralkurve ist am männlichen Kreuzbein stärker gekrümmt als am weiblichen, ferner am europäischen stärker als am außereuropäischen (S. 390).

9) Die Querkrümmung der Vorderfläche des Sacrum ist bei den niederen Affen eine viel beträchtlichere als bei den Anthropoiden und bei Homo (S. 394).

10) Der Convergenzgrad der Facies auriculares dorsalwärts ist bei den europäischen Kreuzbeinen bedeutend stärker als bei allen andern Rassen (S. 407).

11) Die Facies auriculares werden in der Mehrzahl der Fälle vom ersten, zweiten und einem Teil des dritten Sacralwirbels gebildet (S. 395).

12) Zur Befestigung der Ligamenta ileo-sacralia dienen meist zwei Gruben an der Hinterfläche des Kreuzbeines, von denen sich die tiefste am ersten Sacralwirbel befindet (S. 411).

13) Nach meinen Untersuchungen scheint Patersons »sacral notch« keine spezifische, sondern eine individuelle Variation zu sein (S. 408).

14) Die Prae-auricular-Grube tritt zu selten auf, als daß man berechtigt wäre, sie für eine notwendige Bildung zur Befestigung der Gelenkkapsel anzusehen (S. 410).

15) Hinsichtlich des gegenseitigen Verhältnisses der Lage von Partes laterales und Basalfläche lassen sich die Kreuzbeine in drei Klassen einteilen:

a) in solche mit hypobasalen Partes laterales,
b) - - - homobasalen - -
c) - - - hyperbasalen - -

Soweit das mir zur Verfügung stehende Material einen Schluß zuläßt, scheinen die meisten Sacra aller Rassen hypo-

basale Partes laterales zu besitzen. Bei Europäern zeigt sich jedoch ein relativ hoher Prozentsatz — fast die Hälfte — von Kreuzbeinen, deren Partes laterales homobasal und hyperbasal sind. Demgegenüber ist eine Hyperbasalität der Partes laterales außereuropäischer Kreuzbeine in keinem einzigen Falle zu konstatieren (S. 398—402).

16) Die Größe der Facies auricularis im Verhältnis zur Größe des Kreuzbeines ist beim Affen beträchtlicher als beim Menschen (S. 406).

17) Der Schluß des Canalis sacralis ist sehr verschieden ausgebildet. Am menschlichen Kreuzbein erstreckt sich ein geschlossener Sacralkanal nicht so weit herab, wie dies beim Affenkreuzbein der Fall ist (S. 415).

18) Die dimensionalen Verhältnisse der oberen Öffnung des Sacralkanales stehen in keiner Korrelation mit den Größenverhältnissen des Gesamtkreuzbeines (S. 418—420).

19) Die Hinterfläche des Sacrum weist gelegentlich Articulationsflächen für das Ileum auf (S. 411—412).

20) Bei normaler Beckenstellung ist das Kreuzbein des Europäers mehr geneigt, als das außereuropäische Sacrum (S. 425).

21) Die Breite zwischen je zwei zum gleichen Wirbel gehörenden Foramina sacralia anteriora nimmt von oben nach unten ab (S. 426).

22) Als Zeichen dafür, daß ein Wirbel noch nicht vollkommenen Sacralcharakter angenommen hat, kann gelten:
   a) Hypobasalität der Partes laterales,
   b) Auftreten eines sogenannten »zweiten« Promontorium,
   c) deutliche Abgrenzung des costalen vom transversalen Element,
   d) fehlende Synostosis der Linea transversa,
   e) isolierte Wirbelbogen,
   f) deutlich ausgebildeter Processus spurius.

23) In einigen Punkten lassen sich deutliche Rassenunterschiede nachweisen; dieselben sind auf S. 426—434 besprochen und auf Kurven I—VII dargestellt.

Literaturverzeichnis.

1895. Adolphi, Hermann, Über Variationen der Wirbelsäule anurer Amphibien. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXII. Leipzig. S. 449—490.

1898. —— Über das Wandern des Extremitätenplexus des Sacrum bei Triton taeniatus. Ebenda. Bd. XXV. Heft 4. Leipzig. S. 544—554.

1899. -— Über die Wirbelsäule zweier Hunde. Ebenda. Bd. XXVII. Leipzig. S. 299—307.

1879. Aeby, Christian, Wirbelsäule. Archiv für Anatomie und Physiologie. S. 77.

1883. Albrecht, P., Les paracostoides des Vertèbres Lombaires de l'Homme. La presse médiale Belge. No. 21.

1880. Anutschin, D. N., Der Stamm der Ainos. Archiv für Anthropologie. Bd. X. S. 443.

1873. Baccarisse, Du sacrum suivant le sexe et suivant les races. Thèse. Paris.

1898. Barbarin, P. und Devé, J., Malformation congénitales multiples; spina bifida lombo-sacré antérieur. Paris.

1901. Bardeen, Ch. R. and Elting, A. W., A Statistical Study of the Variations in the Formation and Position of the Lumbo-sacral-Plexus in Man. Anatomischer Anzeiger. S. 19, 124 ff. und 200 ff.

1901. Bardeen, Ch. R. and Lewis, W. H., Development of the limbs, body-wall and back in Man. American Journ. of Anatomy. Vol. I. pag. 1—35.

1904. Bardeen, Ch. R., Numerical vertebrae Variation in the human Adult and Embryo. Anatomischer Anzeiger. Bd. XXV. S. 497—519.

1905. —— Studies of the development of the human skeleton. American Journ. of Anatomy. Vol. IV. Nr. 3. pag. 256—302.

1894. Baur, G., Über Rippen und ähnliche Gebilde und deren Nomenklatur. Anatomischer Anzeiger. Jena. S. 116—120.

1902. Beddard, Frank Evers, Mammalia. London.

1891. Birmingham, A., Variability in the Level of Attachment of the Lower Limbs to the Vertebral Axis in Man. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXV.

1892. Blumenfeld, Arthur, Die Lendenkrümmung der Wirbelsäule bei verschiedenen Menschenrassen. Dissertation. Berlin.

1897. Breglia, A., Su die alcune particolarità des sacro. Nota preliminare. Giorn. internaz. d. sc. Med. XIX.

1900. Brens, C. und Kolisko, A., Die pathologischen Beckenformen. Bd. I. 1. Teil. Mit 116 Abbildungen. Leipzig und Wien.

1903. Broad, W. H., The skeleton of a native Australian. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXXVII. pag. 89—96.

1872. Broca, P., Études sur la constitution des vertèbres caudales chez les primates sans queue. Revue d'Anthropol. T. I.

1887. Brooks, H. St. John, Variations in the Nerve Supply of the Lumbrical Muscles in the Hand and Foot, with some observations on the Innervation of the Perforating Flexors. Journ. of Anat. and Physiology. Vol. XXI.

1874. Bronn, H. G., Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Sechster Band. V. Abtheilung. Säugethiere. Leipzig.

1894. Charles, Havelock, Remarks on the Morphologie of the Lumbal-Sacral-Caudal Regions of the Panjabi. Calcutta. Br. S. A. 156.

1901. Chipault, A., A propos de l'anatomie du canal sacré. C. R. Soc. Biol. Paris. T. 53. pag. 661—662.

1888. Chudzinski, M. Th., Über das Sacrum eines Schimpansen. Bull. Soc. d'Anthropol. de Paris. Serie III. Tome XI. Fasc. 4. pag. 483—485.

1891. —— Über das Sacrum eines Geköpften. Bull. Soc. d'Anthropol. Paris. Serie IV. Tome II. pag. 419 ff.

1877. Cunningham, D. J., Note on a Connecting Twig between the Anterior Divisions of the First and Second Dorsal Nerves. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XI. pag. 539.

1886. —— The Lumbar Curve in Man and the Apes, with an Account of the Topographical Anatomy of the Chimpanzee, Orang-outan, and Gibbon. Royal Irish Academy, »Cunningham Memoirs«. No. 11.

1900. —— On the Sacral Index. Brit. Ass.

1895. Davison, Amphiuma means. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XI. S. 375.

1897. Dorsey, George A., The lumbar curve in some American races. Bull. Essex. inst. Salem. XXVII. pag. 55 ff.

1904. Duckworth, W. L. H., Studies from the Anthropological Laboratory of the Anatomy School Cambridge. Cambridge.

1902. Dwight, Thomas, A transverse Foramen in the last lumbar Vertebra. Anatom. Anzeiger. Bd. XX.

1906. —— Numerial Variation in the Human Spine, with a Statement concerning Priority. Anatom. Anzeiger. Bd. XXVIII. S. 33—40 und S. 96—102.

1880. Ecker, A., Beiträge zur Kenntniss der äusseren Formen jüngster menschlicher Embryonen mit einem Schwanz. Archiv für Anat. und Phys. Anat. Abtheilung.

1891. Eisler, P., Der Plexus lumbo-sacralis des Menschen. Anatom. Anzeiger. S. 274.

1878. Fasbender, H., Das Becken des lebendigen Neugeborenen. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Bd. III. S. 297—304. Stuttgart.

1878. —— Über das pseudo- und rhachitisch-osteomalacische Becken. Ebenda. Bd. II. S. 332. Stuttgart.

1907. Fawcet, Edward, On the Completion of Ossification of the Human Sacrum. Anatom. Anzeiger. Bd. XXX. Nr. 17/18. S. 414—421.

1886. Firnig, Demonstration eines spondylosisthetischen Beckens. Verhandl. der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie. I. Kongr. München.

1906. Fischel, Alfred, Untersuchungen über die Wirbelsäule und den Brustkorb des Menschen. Wiesbaden.

1879. Flower, W. H., On the Osteologie and Affinities of the Natives of the Andamanen-Islands. Journal of the Anthropology institutes. Vol. IX.

1888. Flower, William Henry, Osteologie der Säugetiere. Leipzig.

1869. v. Franqué, Über das weibliche Becken verschiedener Menschenrassen. Scanzoni's Beiträge zur Geburtskunde und Gynäkologie. Bd. VI. Würzburg.
1873. Frenkel, Beiträge zur anatomischen Kenntniss des Kreuzbeines der Säugethiere. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII.
1867. Friedlowski, A., Ein Fall von Fehlen des Schweises, sowie der After- und Urogenitalöffnung an einem Hunde, nebst einem Anhang über Wirbel-Assimilation. Verhandlungen der zool.-botan. Gesellschaft in Wien. Bd. XVII. S. 521—526.
1898. Fritsch, G., Über das Vorkommen der sacralen Hautgrübchen beim Menschen. Verhandlungen der Berliner Gesellsch. für Anthropologie. S. 142 ff.
1873. Fritsch, H., Nonnulla de pelvibus specierum humanarum. Halle a. S.
1878. —— Das Rassenbecken und seine Messung. Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle.
1875. Fürst, Die Maass- und Neigungsverhältnisse des Beckens. Leipzig.
1901. Gadow, Hans, Amphibia and Reptiles. London.
1870. Garrod, A. H., Notes on the Manatee recently living in the Society's Gardens. Trans. Zool. Soc. Vol. X. pag. 137.
1882. Garson, J. G., Pelvimetrie. Journal of Anat. and Physiol. Vol. XVI.
1871. Gegenbaur, C., Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwiss. Bd. VI. pag. 216.
1863. —— Zur Bildungsgeschichte lumbo-sacralen Übergangswirbel. Ebenda. Bd. VII. Leipzig.
1892. —— Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig.
1898. —— Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig.
1901. Goenner, Alfred, Hundert Messungen weiblicher Becken an der Leiche. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Bd. XLIV Heft 2. S. 309—325.
1868. Görtz, Carl, Über das Becken eines Buschweibes. Diss. Tübingen.
1864. Gray, Henry, Anatomy descriptive and surgical. London.
1867. Guerlain, Sur l'ensellure lombo-sacré des femmes de Boulogne. Bull. de la Société d'Anthropologie de Paris.
1891. Hasse, C., Spolia anatomica. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung. Heft 4—6. S. 390—394.
1891. —— Die Ungleichheit der beiden Hälften des erwachsenen menschlichen Beckens. Ebenda. Anatomische Abteilung. S. 244—252.
1871. Henle, J., Handbuch der Knochenlehre des Menschen. Braunschweig.
1880. Hennig, C., Das Becken des Kindes. Archiv für Anatomie und Physiol. S. 84.
1885. —— Über die Beckenneigung bei verschiedenen Volksstämmen. Archiv für Anthropologie. Bd. XV. Supplement. Braunschweig.
1886. —— Das Rassenbecken. Ebenda. Bd. XVI. Braunschweig. S. 161—228.
1890. —— Anthropologische Betrachtungen über das Becken der Mongolinnen und der Amerikanerinnen. Sitzungsberichte der Naturf. Gesellschaft zu Leipzig.
1884. Hilgendorf, R., Das Ileo-sacral-Gelenk der zungenlosen Frösche. Gesellschaft naturf. Freunde. Sitzung vom 19. Februar.

1882. Holl, M., Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften Wien. Bd. LXXXX.

1893. Hower, G. B., On the Mammalian Pelvis. Journal of Anat. and Physiol. Vol. XXVII.

1858. Humphrey, George Murray, A Treatise on the Human Skeleton. Cambridge. Macmillan and Co.

1864. Hyrtl, Über Wirbelassimilation bei Amphibien. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wiss. Mathem.-naturw. Abtheilung. Bd. I.

1864. Joulin, Du bassin, considéré dans les races humaines. Gaz. des hôp. No. 70. 16 Juin.

1864. —— Mémoire sur le bassin dans les races. Ibid. 14 Juin.

1891. Jürgen, R., Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des menschlichen Beckens. Festschrift für Rudolf Virchow. Berlin.

1897. Kehrer, F. A., Zur Phylogenie des Beckens. Verhandl. des naturhist. medizin. Vereins zu Heidelberg. Bd. V. S. 346.

1894. Keith, Arthur, The Ligaments of the Catarrhine Monkeys, with References corresponding Structures in Man. Journal of Anat. and Phys. Vol. XXVIII.

1903. —— The extent to which the posterior segments of the body have been transmuted and suppressed in the evolution of man and allied primates. Ibid. Vol. XXXVII. pag. 18—40.

1878. Klein, G., Zur Mechanik des Ileo-sacral-Gelenks. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Bd. XXI. 1. S. 74—118.

1900. Koganei, Y. und Osawa, G., Das Becken der Aino und der Japaner. Mitteilungen aus der mediz. Fakultät der Universität Tokio.

1898. Kollmann, J., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Jena.

1884. Kopernicki, Isidor, Über die Knochen und die Schädel der Aino. Archiv für Anthropologie. Bd. XV. Braunschweig. S. 472.

1880. Krause, W., Anatomische Varietäten. Hannover.

1903. Lane, Clayton Arbuthnot, A clinical comparison of the maternal pelvis and of the foetus in Europeans, Eurasiens and Bengalis. The Lancet. Vol. 165. pag. 885—889. 1 fig.

1885. Leboucq, H., De quelques anomalies des côtes chez l'homme. Annales de la Société de Médecine de Gand.

1894. —— Zur Frage nach der Herkunft überzähliger Wirbel. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der 8. Versammlung in Straßburg. S. 184—185.

1882. Leche, W., Zur Anatomie der Beckenregion bei Insectivora usw. Königl. schwed. Akademie der Wissenschaften. Bd. XX.

1861. Litzmann, Die Formen des Beckens, insbesondere des engen weiblichen Beckens usw. Berlin, Georg Reimer.

1894. Löhr, Pipin, Über den Sulcus praeauricularis des Darmbeines und ähnliche Furchen anderer Knochen.

1864. Luschka, Die Anatomie des menschlichen Beckens. Tübingen.

1866. Martin, Carl, Beckenmessung an verschiedenen Menschenrassen. Monatsschrift für Geb.-Kunde. Bd. XXVIII. S. 23 ff.

1881. —— Rassenbecken beider Geschlechter. Corresp.-Blatt für Anthropol., Ethnol. und Urgeschichte. Heft 3.

1881. Martin, Carl, Unterschiede an weiblichen Becken bei verschiedenen Menschenrassen. Corresp.-Blatt für Anthropol., Ethnol. und Urgeschichte. S. 22.
1893. Martin, Rudolf, Zur physischen Anthropologie der Feuerländer. Braunschweig.
1905. —— Die Inlandstämme der malaiischen Halbinsel. Jena, Verlag von Gustav Fischer.
1879. Maurel, E., Sur un bassin de femme coolie. Bull. Soc. d'Anthropol. Tome Deuxième. Paris.
1824. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. I. 1.
1889. Mehnert, E., Untersuchungen über die Entwickelung des Beckengürtels usw. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XV und Bd. XVI. 1890.
1902. —— Demonstration von einer Serie von Ratitenbecken als Beleg für mechanische Umgestaltung in der Ontogenie. Verhandlungen der anatom. Gesellschaft. 16. Versammlung. Halle a. S.
1901. Merkel, Fr., Henles Grundriß der Anatomie des Menschen. Braunschweig.
1902. —— Bemerkungen zum Beckenwachstum. Anatomische Hefte. Bd. XX. S. 121—150. 4 Tafeln.
1903. —— Bemerkungen über die Fascien und Venen des männlichen Beckens. Nachr. der Ges. der Wiss. Göttingen. Math.-phys. Kl. S. 142—148.
1856. Meyer, Hermann, Lehrbuch der physiologischen Anatomie des Menschen. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann.
1861. —— Die Beckenneigung. Berlin.
1873. —— Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann.
1886. v. Meyer, G. H., Mißbildungen des Beckens unter den Einflüssen abnormer Belastung. Jena.
1865. Mivart, St. George, Contributions towards a more complete knowledge of the axial skeleton in the Primates in Proceed. Zool. Soc. London.
1867. —— On the Appendicular Skeleton of the Primates. Transact. of the Royal Society. Vol. 157.
1871. —— On the Vertebrale Skeleton. Transact. Linnean Soc. Vol. XVII. London.
1889. Moser, Emil, Über das Wachstum der menschlichen Wirbelsäule. Diss. Straßburg.
1874. Murie, J., On the Form and Structure of the Manatee. Transact. Zool. Soc. Vol. VIII.
1825. Nägele, F. G., Das weibliche Becken, betrachtet in Beziehung auf seine Stellung und die Richtung seiner Höhe usw. Carlsruhe.
1839. —— Das schräg verengte Becken nebst einem Anhange über die wichtigsten Fehler des weiblichen Beckens. Mainz.
1901. Ogata, Über das Becken der Japanerinnen. Mitteilungen der mediz. Gesellschaft zu Tokio.
1865. Owen, R., Contributions to the Natural History of the Anthropoid Apes. Transact. Zool. Soc. London. Vol. V. pag. 4.
1904. Padula, Fabricio, Un' articulatione sacro-iliaca non rara e fin qui non osservata. Atti Soc. romana Anthrop. Vol. X. pag. 210—213.
1898. Papillault, M. G., Variations numériques des vertèbres lombaires chez l'homme, leurs causes et leur relations avec une anomalie musculaire exceptionnelle. Bull. Soc. d'anthropol. Paris. Tome IX. pag. 198—222.

1903. Parsons, F. G., On the meaning of some of the Epiphyses of the Pelvis. Journal of Anat. and Physiol. Vol. XXXVII. Part 4. pag. 315—323.

1883. Paterson, A. M., The Position of the Mammalian Limb. Journal of Anat. and Physiol. Vol. XXIII.

1893. —— The Human Sacrum. Transactions of the Royal Dublin Society.

1893. —— On some Abnormalities in the Skeleton of a Negro. Proceedings of the Anatomical Society.

1893. Petersen, H., Untersuchungen zur Entwicklung des menschlichen Beckens. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte (His). S. 67—96.

1905. Petersen, Otto, Über Articulationsflächen an der Hinterfläche des Os sacrum. Anatom. Anzeiger. Jena. S. 521 ff.

1884. Ploss, H., Zur Verständigung über ein gemeinsames Verfahren zur Beckenmessung. Archiv für Anthropologie. Bd. XV. S. 259—295.

1897. Prochownick, L., Einige Bemerkungen zu den Lübecker Anthropoiden-Becken. Festschrift zur 28. Versammlung der deutschen anthropol. Gesellschaft. Lübeck.

1897. —— Die Beckenformen der Anthropoiden. Corresp.-Blatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie. München. Fasc. 119 ff.

1864. Pruner-Bey, Studien über das Becken in Hinsicht auf die verschiedenen Menschenrassen. Bull. Société d'anthropolog. de Paris. 1re série.

1880. Regalla, E., Casi di Anomalie numeriche della vertebre nell' uomo etc. Arch. per l'Anthropologia et la Etnologia. Vol. X. Fasc. 3.

1896. Römer, Paul, Zur Anthropologie des Beckens. Dissertation. Halle a. S.

1875. Rosenberg, Emil, Über die Entwicklung der Wirbelsäule. Morpholog. Jahrbuch. Bd. I. S. 83—197.

1899. —— Über eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. Ebenda. Bd. XXVII. S. 299—308.

1907. —— Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen. Ebenda. Bd. XXXVII.

1892. Ruge, G., Der Verkürzungsprocess am Rumpfe der Halbaffen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XVIII Heft 2. S. 186—326.

1893. —— Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Primaten, insbesondere bei den Anthropoiden. Ebenda. Bd. XIX Heft 2. S. 149—249.

1893. —— Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugethieren. Ebenda. Bd. XIX Heft 3. S. 376—427.

1894. —— Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugethieren. Ebenda. Bd. XX Heft 2. S. 305—397.

1889. Runge, Georg, Das russische weibliche Becken in anthropologischer Beziehung. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Bd. XVI. S. 131—143.

1902. Sandstein, The estimation of the transverse Diameter of the Pelvis in the Parturient Woman. Journal of Obstetrics of the British Empire, October. (The American Journal of the Medical Sciences. Vol. CXXV. pag. 175. Philadelphia and New-York.)

1902. Scharlau, B., Beschreibung von fünf männlichen und drei weiblichen Australierbecken. Anatom. Anzeiger. Bd. XX. Jena.

1901. Schickele, G., Beitrag zur Lehre des normalen und gespaltenen Beckens. Beiträge zur Geburtshilfe und Gynäkologie. Bd. IV Heft 2. S. 243—272.

1882. CHLIEPHAKE, F., Über pathologische Beckenformen beim Fötus. Diss. Leipzig. S. 21.
1888. SCHMIDT, E., Anthropologische Methoden. Leipzig. S. 320 und Anhang IV.
1890. SCHNELL, F. M., Über die Wirbelsäule des Menschen, des Gorilla und des Cercopitheeus. Diss. München.
1880. VON SCHRENK, A., Studien über Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett bei der Estin, nebst Untersuchungen über das Becken. Dorpat.
1884. SCHRÖTER, PAUL, Anthropologische Untersuchungen am Becken lebender Menschen. Diss. Dorpat.
1867. SCHWARZKOPF, CARL, Über den Einfluss der Neigung des Kreuzbeins auf die Gestalt des Beckens. Diss. Marburg.
1900. SMITH, FR., Some additional data on the position of the sacrum in Necturus. American. Natur. Vol. XXXIV. N. 404. pag. 635—638. 1 Fig.
1903. SMITH, W. RAMSAY, Abnormalities in the Sacral and Lumbar Vertebral of the Skeletons of Australian Aborigines. Journal of Anatomy and Physiol. Vol. XXXVII. N. S. Vol. XVII. Part 4. pag. 359—361. 1 Fig.
1886. SKUTSCH, Über Beckenmessung. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie. I. Kongreß. München.
1896. SPALTEHOLZ, WERNER, Handatlas der Anatomie des Menschen. Leipzig.
1889. STEINBACH, E., Die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen. Diss. Berlin.
1875. STRUTHERS, J., Variations of the Vertebrae and Ribs in Man. Journal of Anat. and Physiol. Vol. IX. pag. 17.
1887. —— On the Articular Processus of the Vertebrae in the Gorilla comp. with those in Man. Ibid. Vol. XXVII. pag. 131.
1902. SZAWŁOWSKI, Über einige seltene Variationen an der Wirbelsäule beim Menschen. Anatom. Anzeiger. Jena. Bd. XX. S. 305—320.
1900. TARENETZKY, A., Beiträge zur Skelet- und Schädelkunde der Aleuten, Konaegen, Kenai und Koljuschen. St. Petersburg.
1889. TESTUT, L., Traité d'Anatomie Humaine. Tome I.
1893. THOMSON, ARTHUR, Mode and place of origin of the middle sacral artery. Journal of Anat. and Physiol. pag. 184—187.
1899. —— Die geschlechtlichen Verschiedenheiten des fötalen Beckens. Ebenda. London. Vol. XXXIII. S. 359—380.
1890. THANE, Quain's Elements of Anatomy. London. Longmans, Green and Co.
1875. TOPINARD, P., Sur la largeur du bassin féminin. Bull. Soc. d'anthropol. Paris. Tome X. pag. 521—530.
1875. —— Le bassin chez l'homme et chez les animaux. Ibid. Paris. Tome X. pag. 504—510.
1877. —— Des Anomalies de nombre de la colonne vertébrale. Revue d'Anthropologie. Vol. VI.
1886. TURNER, WILLIAM, Report on the Human Crania and other Bones of Skeletons collected during the Voyage of H. M. S. Challenger, in the Years 1873—76. Im Sammelwerke: The Voyage of H. M. S. Challenger. London.
1886. —— The Sacral Index in various races of Mankind. Journal of Anat. and Physiol. Vol. XX.
1887. —— On the Variability in Human Structure as displayed in the different races of Man, with especial reference to the Skeleton. Ibid. Vol. XXI.

1903. Valenti, Giulio, Sopra il significata della apofisi leterali della vertebre lombari e della masse laterali del sacro. Rendisconti della sessioni dell' Accademia della scienze dell' Istituto di Bologna. N. S. Vol. VII. pag. 149—151.
1875. Verneau, Le bassin dans les sexes et dans les races. Paris.
1826. Vrolik, Considérations sur la Diversité des bassins de différents races humaines.
1841. —— Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpansé. Amsterdam.
1839. Wagner, R., Die Lehre von den Knochen in Sömmering's Lehre vom Bau des menschlichen Körpers. 2 Bände.
1904. Walkhoff, Ernst, Die Architektur des menschlichen Beckens im Licht der Entwicklungsmechanik. Sitzungsber. der physik-med. Gesellschaft zu Würzburg. S. 2—16.
1890. Weber, Max, Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ost-Indien. Leiden. Verlag von E. J. Brill.
1904. —— Die Säugetiere. Jena.
1878. Welcker, H., Zur Lehre vom Bau und Entwicklung der Wirbelsäule. Zoolog. Anzeiger. Jahrg. I. S. 291—295 und 311—314.
1881. —— Vortrag über Wirbelsäule und Becken. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung.

An-

Nr. 1	Anzahl	Affen	Anzahl	Anthropoiden	Anzahl	Niedere Affen	Anzahl	Orang-Utan	Anzahl	Gorilla	Anzahl	Cercopitheciden	Anzahl	Cynocephaliden
Gerader Längenindex	1	98,8	1	98,8		—	1	98,8		—		—		—
Höhenlageindex . . .	2	42,9	2	42,9		—		—	2	42,9		—		—
Canalis sacralis-Index	1	50,—	1	50,—		—	1	50,—		—		—		—
Längenkrümm.-I. *A* .	25	98,8	12	98,7	13	99,—	3	98,3	4	98,2	5	100,—	6	97,8
Längenkrümm.-Ind. *B*	2	9,6	2	9,6		—		—	2	9,6		—		—
Sacralbasisindex . .	1	63,9	1	63,9		—	1	63,9		—		—		—
Recht. Gelenkfl.-Index	1	29,9	1	29,9		—		—	1	29,9		—		—
Linker Gelenkfl.-Index	1	23,5	1	23,5		—		—	1	23,5		—		—
Oberer Querkrümm.-I.	7	95,2	5	97,1	2	90,5	1	95,2	3	97,1		—	2	90,5
Mittl. Querkrümm.-Ind.	4	97,3	4	97,3		—	1	100,—	2	98,6		—		—
Oberer Breitenindex .	9	73,2	8	73,8		—	1	81,4	5	74,8		—		—
Mittlerer Breitenindex	9	71,1	8	63,5		—	1	83,3	5	56,7		—		—
Ganzer Breitenindex .	31	55,9	14	51,1	17	60,7	4	66,—	5	42,5	7	57.3	6	59,1
Sacral-Index *A* . . .	30	97,3	14	75,2	16	119,4	4	71,5	5	70,1	7	134,8	6	120.5
Sacral-Index *B* . . .	12	95,9	8	73,9	4	117,9	2	69,4	4	71,5		—	4	117,9
Sacral-Index *C* . . .	7	99,7	5	69,2	2	130,2	1	72,1	3	67,2		—	2	130,2
Promontoriumwinkel .		—		—		—		—		—		—		—
Gelenkflächenwinkel .	1	32°	1	32°		—		—	1	32°		—		—
Sacralneigungswinkel .	1	55°	1	55°		—	1	55°		—		—		—
Auricular-Anteilindex.	23	78,—	11	70,4	12	85,5	2	73,—	4	62,7	5	92,2	6	81,7
Modulus-Index . . .	1	3,—	1	3,—		—	1	3,—		—		—		—

1875. Weyhe. Übersicht der Säugethiere nach ihren Beckenformen. Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften. Bd. XI.
1882. Wiedersheim, R., Über das Becken der Fische. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VII. S. 326.
1888. —— Zur Urgeschichte des Beckens. Berichte der naturw. Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. VI.
1890. —— Weitere Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte des Schulter- und Beckengürtels. Anatom. Anzeiger. Bd. V. Jena.
1892. —— Das Gliedmaßenskelet der Wirbeltiere. Jena.
1906. —— Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Jena.
1886. Winkel, F., Einiges über die Beckenknochen und die Becken der Papuas. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie.
1895. de Yta, J. M., Etude comparative des dimensions du pelvis mexicain et de l'européen. Atti dell' XI. Congr. med. intern. Roma. Vol. V. Ostetricia. pag. 137.
1862. Zaaijer, J., Beschrijving von twee vrouwenbekken uit den ost-Indischen Archipel.
1886. —— Untersuchungen über die Form des Beckens javanischer Frauen. Haarlem.
1893. —— Der Sulcus praeauricularis ossis ilei. Amsterdam.

ı a ıı g.

Anzahl	Ägypten	Anzahl	Neger	Anzahl	Ostafrika	Anzahl	Westafrika	Anzahl	Südafrika	Anzahl	Amerika	Anzahl	Feuerland	Anzahl	Asien	Anzahl	Formosa	Anzahl	China und Japan
1	99.—	5	101,3	3	102,9	1	100,—	1	97,9	4	103,1	4	103,1	22	98,1	8	98,1	2	98,7
1	73.2	10	63,1	4	61,4	1	68,1	5	63,4	5	72,5	4	74,8	21	67,2	9	59,8	1	62,—
2	64.9	6	58,3	4	60,1	1	59,3	1	50,-	3	71,9	3	71,9	19	60,5	7	60,3	1	66,7
1	95.1	22	92,4	9	93,3	1	86,7	12	92,1	10	91,6	5	91.5	31	89,7	9	89,5	4	90,2
1	18.6	10	18,1	4	15,4	1	18,6	5	20,2	5	19,5	4	18,6	21	20,-	9	20,2	1	19,6
2	60,—	7	61,2	3	62,2	1	59,2	2	59,9	5	56,5	5	56,5	22	62,6	7	58,6	2	59,4
1	41,7	4	40,4	3	40,6		—	1	40,-		—		—	19	40,9	8	40,2	1	37,7
1	38,—	5	40,1	4	41,9		—	1	33,3		—		—	20	38,8	9	38,3	1	35,4
2	97,3	9	94,6	5	94,3	1	94,9	3	95,1	7	95,3	5	94,-	26	95,1	9	95,2	3	96,6
2	98,1	9	97,8	5	97,3	1	98,5	3	98,4	7	97,9	5	97,3	26	97,4	9	97,6	3	98,4
2	80,2	28	81,5	14	81,9	3	80,7	11	81,9	12	78,5	5	79,7	35	78,-	9	75,9	5	81,8
1	65,2	27	73,5	13	72,4	3	75,8	11	72,2	9	67,5	5	62,9	28	67,8	5	64,5	5	70,7
1	49,4	27	59,6	13	58,6	3	61,2	11	59,-	9	52,3	5	50,8	28	53,-	5	49,9	5	57,4
1	94,6	27	96,3	13	92,4	3	99,7	11	96,7	10	103,4	5	102,7	34	98,5	9	95,5	5	104,1
1	85,3	22	80,5	10	82,1	1	71,4	11	88,1	10	93,5	5	91,6	32	88,4	9	85,4	4	89,6
1	89.2	8	86,1	4	82,1	1	75,2	3	100,9	6	96,-	5	98,1	25	93,1	9	91,9	3	93,9
2	60°	6	63°	4	63°	1	60°	1	65°	3	62°	3	62°	22	65°	7	65°	2	65°
	—	5	24°	4	22°		—	1	25°		—		—	20	22°	8	22°	1	15°
1	55°	5	56°	3	61°	1	50°	1	58°	3	59°	3	59°	18	52°	7	50°	2	56°
	—	21	52,3	10	51,8		—	11	52,8	9	48,4	4	45,5	31	51,9	9	51,2	4	54,3
1	5,2	5	4,6	3	3,4	1	5,2	1	5,3	3	3,6	3	3,6	19	3,6	7	3,6	1	4,5

Nr. 2.	Anzahl	Birmane	Anzahl	Birmane und Siam	Anzahl	Australien u. Ozeanien	Anzahl	Malaien	Anzahl	Andamanese	Anzahl	Andamanese u. Melanesier	Anzahl	Melanesier
Gerader Längenindex	9	97,8	10	98,3	1	96,5		—		—		—		—
Höhenlageindex	9	65,5	9	—	1	48,8		—		—		—		—
Canalis sacralis-Index	8	46,9	9	46,9	1	46,4		—		—		—		—
Längenkrümmungs-I. *A*	10	89,5	12	89,6	23	93,1	3	94,5	3	91,5	8	93,7	5	94,9
Längenkrümmungs-I. *B*	9	20,8	9	—	1	20,8		—		—		—		—
Sacralbasisindex	10	66,4	11	66,2	1	64,4		—		—		—		—
Rechter Gelenkfl.-Index	8	43,2	8	—	1	38,7		—		—		—		—
Linker Gelenkfl.-Index	8	40,9	8	—	1	40,—		—		—		—		—
Oberer Querkrümm.-I.	10	94,9	12	94,4	1	94,8		—		—		—		—
Mittlerer Querkrümm.-I.	10	96,7	12	96,9	1	97,3		—		—		—		—
Oberer Breitenindex	11	77,6	13	78,3	24	78,4	3	72,7	3	80,6	9	80,3	6	79,9
Mittlerer Breitenindex	9	63,9	11	64,8	21	74,5	2	74,2	2	72,4	8	70,6	6	68,7
Ganzer Breitenindex	9	50,3	11	51,—	21	57,5	2	51,1	2	58,-	8	56,3	6	54,5
Sacral-Index *A*	10	98,8	12	96,—	23	101,—	3	100,9	3	108,6	8	99,2	5	89,7
Sacral-Index *B*	10	88,3	12	81,3	24	92,9	3	94,8	3	99,2	9	92,6	6	85,9
Sacral-Index *C*	9	95,9	11	88,4	1	104,4		—		—		—		—
Promontoriumwinkel	10	62°	11	61°	1	58°		—		—		—		—
Gelenkflächenwinkel	9	18°	9	—	1	10°		—		—		—		—
Sacralneigungswinkel	6	57°	7	52°	1	45°		—		—		—		—
Auricular-Anteilindex	9	52,—	11	50,6	24	54,8	3	54,1	3	55,7	9	52,1	6	48,5
Modulus-Index	8	2,8	9	2,4	1	4,1		—		—		—		—

Nr. 3.	Anzahl	Tirol	Anzahl	Alpenvölker	Anzahl	Österreich (ohne Tirol)	Anzahl	Italien
Gerader Längenindex	21	96,1	68	97,—	6	97,3		—
Höhenlageindex	25	59,5	65	60,6	5	64,1	1	65,4
Canalis sacralis-Index	17	55,7	74	57,—	5	67,7	5	62,6
Längenkrümmungsindex *A*	25	85,2	82	86,1	9	87,3	4	79,9
Längenkrümmungsindex *B*	25	25,7	66	24,1	5	23,6	1	27,2
Sacralbasisindex	29	59,3	91	58,7	5	61,8	4	51,8
Rechter Gelenkflächenindex	22	43,6	64	42,6	5	40,4	3	41,3
Linker Gelenkflächenindex	23	43,6	69	42,5	5	35,7	1	34,9
Oberer Querkrümmungsindex	31	96,3	92	95,8	9	96,2	9	95,—
Mittlerer Querkrümmungsindex	22	97,2	77	97,4	9	98,2	7	97,4
Oberer Breitenindex	19	80,7	72	80,2	9	82,2	8	78,9
Mittlerer Breitenindex	12	62,3	55	67,5	7	67,3	4	66,2
Ganzer Breitenindex	12	50,5	53	54,4	6	57,6	4	52,5
Sacral-Index *A*	24	111,2	76	109,7	9	105,2	4	110,9
Sacral-Index *B*	24	94,4	75	94,7	9	91,7	4	88,1
Sacral-Index *C*	24	98,4	75	99,9	9	95,5	4	92,9
Promontoriumwinkel	30	58°	94	61°	6	62°	5	62°
Gelenkflächenwinkel	19	22°	72	26°	1	44°	3	28°
Sacralneigungswinkel	19	49°	21	44°	2	45°	1	46°
Auricular-Anteilindex	22	53,—	73	52,6	9	52,6	4	45,5
Modulus-Index	13	3,2	48	3,7	5	4,—		—

Anzahl	Negrito	Anzahl	Polynesier	Anzahl	Europa	Anzahl	Alamanne	Anzahl	Bayern	Anzahl	Franken	Anzahl	Pfalz	Anzahl	Schwaben	Anzahl	Oberbayern	Anzahl	Schweizer
	—		—	121	97,1		—	58	97,3	4	97,2	24	97,6	13	95,7	13	98,4	32	97,–
	—		—	114	60,4		—	50	59,–	4	58,8	20	58,9	12	58,4	10	58,7	30	62,1
	—		—	159	57,8	3	70,4	97	57,–	8	53,9	34	58,1	21	57,4	27	56,7	30	58,1
8	93,4	2	87,4	148	86,5		—	59	87,6	4	88,–	25	88,–	13	85,2	13	89,4	44	85,7
	—		—	115	23,6		—	50	22,4	4	21,5	20	22,2	12	25,3	10	20,1	31	24,1
	—		—	193	58,5	4	50,2	114	58,2	9	60,6	38	58,5	30	58,8	29	56,9	33	59,8
	—		—	114	42,–		—	54	41,1	6	45,7	18	39,5	14	41,5	13	40,6	29	42,8
	—		—	123	41,6		—	61	41,3	4	45,7	20	42,2	18	39,7	14	41,8	32	42,2
	—		—	187	95,5	2	97,4	87	94,8	6	93,5	31	95,5	26	94,7	17	93,7	44	96,2
	—		—	154	98,–		—	71	98,9	5	98,4	29	98,9	18	99,–	15	98,5	40	97,1
8	75,1	2	83,5	143	80,4		—	59	80,3	5	81,7	21	79,1	16	77,6	13	80,4	40	79,5
8	74,6	2	72,6	103	66,9		—	36	71,7	1	75,3	17	69,6	8	67,9	8	74,6	35	65,7
8	56,–	2	60,6	92	54,1		—	28	56,6	1	56,3	13	54,3	5	54,8	7	60,5	34	52,2
8	106,8	2	99,5	135	107,7		—	49	107,3	4	112,–	19	106,4	11	105,9	11	105,3	41	112,5
8	99,4	2	86,9	132	93,–		—	48	93,8	4	98,5	18	93,5	11	90,1	11	93,6	40	96,1
	—		—	129	95,3		—	47	100,–	4	104,3	17	98,7	11	94,5	11	106,4	40	95,–
	—		—	198	62°	4	59°	114	61°	9	61°	39	60°	31	61°	29	62°	35	64°
	—		—	138	30°	1	17°	79	27°	6	26°	27	26°	20	29°	19	28°	34	27°
	—		—	31	48°	1	52°	4	42°		—	3	32°		—		—	2	39°
8	53,6	2	56,3	131	52,1		—	49	53,7	4	55,7	21	54,2	10	54,1	11	49,8	40	55,1
	—		—	85	3,4		—	39	3,4	4	3,3	13	35	8	3,5	10	3,7	25	4,1

Anzahl	Livland und Estland	Anzahl	Usa (Ural)	Anzahl	Lappe	Anzahl	Schweizersbild	Anzahl	Kaukas. Länder	Anzahl	Alte Gräber	Anzahl	Österreich (mit Tirol)
	—	11	98,3		—		—	5	98,—		—	27	97
1	60,6	11	67,—		—		—	3	61,9		—	30	62
	—	15	53,8		—		—	4	62,5		—	22	62
3	91,2	11	90,9	4	92,5		—	11	87,9	2	93,1	34	86
1	19,3	11	18,—		—		—	3	23,5		—	30	25
1	54,6	14	54,1		—	3	54,1	5	62,6		—	34	61
	—	8	40,—		—		—	1	31,—		—	27	42
	—	6	39,2		—		—	1	31,3		—	28	40
2	93,8	16	95,4		—	2	97,—	7	96,3		—	40	96
2	98,—	10	97,5		—		—	7	98,6		—	31	98
3	82,6	10	80,6	4	80,6		—	11	80,9	3	76,3	28	81
3	62,4	2	68,2	4	68,3		—	10	68,3	2	67,4	19	65
3	51,5	3	59,1	4	54,7		—	10	54,4	2	53,1	18	54
3	100,7	9	106,9	4	112,6		—	11	103,7	2	93,9	33	108
3	91,7	9	96,4	4	104,1		—	11	91,—	2	87,3	33	93
2	95,2	9	101,—		—		—	7	92,8		—	33	97
1	81°	16	63°		—	3	70°	5	59°		—	36	60°
	—	9	28°		—		—		—		—	20	33°
1	69°		—		—		—	5	50°		—	21	47°
3	48,8	10	56,6	4	52,6		—	11	54,2	2	53,7	31	53
	—	9	3,4		—		—	4	4,9		—	18	3,6

Beitrag zur Morphologie des Jacobsonschen Organs und der Nasenhöhle der Cryptobranchiaten.

Von

Priv.-Doz. M. U. **Dr. Wilh. Anton.**

(*Aus dem Zoolog. Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag.*)

Mit Tafel X und XI.

Zerstreut finden sich in der Literatur Angaben über das Jacobsonsche Organ der Vertreter dieser Tiergruppe in der Arbeit von Wilder (1892) »Die Nasengegend von *Menopoma alleghaniense* und *Amphiuma tridactylum*«, und weiters in der im Vorjahre erschienenen Publikation von Okajima (1906) »Zur Anatomie des Geruchsorgans von *Cryptobranchus japonicus*«.

Bei *Menopoma alleghaniense*, schreibt Wilder (1892, S. 158), findet sich »auf der lateralen Seite, bevor die Krümmung der Nasenhöhle beginnt, eine kleine Ausbuchtung, die wie ein Sporn nach vorn und unten gerichtet ist, so daß es möglich ist, mehrere Querschnitte zu machen, auf welchen zwei scheinbar getrennte, nebeneinander liegende Nasenhöhlen zu sehen sind«. Über den Nebenraum bei *Amphiuma* äußert er sich (1892, S. 166), daß das Lumen der Nase eine einfache Röhre darstellt; nur in der Gegend, wo die Nasenkapsel lateralwärts sich zu einem lateralen Nebenraum ausbuchtet, dehnt sich auch das Lumen dementsprechend aus, so daß eine kleine, aber deutliche Kieferhöhle gebildet wird.

Nach Okajima (1906, S. 648) hat das Jacobsonsche Organ bei *Cryptobranchus japonicus* »im großen und ganzen denselben Bau wie die Geruchsknospe. Das respiratorische Epithel verliert am mittleren Teile der seitlichen Nasenrinne seinen eigentlichen Charakter

und es entsteht nun an dieser Stelle eine große Geruchsknospe, welche nichts andres ist, als das betreffende Organ. Die die Knospe umgebende Bindegewebsschicht ist hier sehr stark entwickelt und mit reichlichen Blutcapillaren versehen«.

Eine zusammenhängende Darstellung des Jacobsonschen Organs der Cryptobranchiaten steht bisher noch aus. Die Erwägung, daß gerade bei den tiefstehenden Amphibien, bei denen das Organ zum erstenmal auftritt, eine eingehendere morphologische Darstellung wünschenswert wäre, die möglicherweise auch für die Erkenntnis der Phylogenese desselben von Bedeutung werden könnte, hat mich veranlaßt, das Jacobsonsche Organ der Cryptobranchiaten bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Baues der Nasenschleimhaut in einem Gesamtbilde zu beschreiben.

Meine Untersuchung erstreckt sich auf *Cryptobranchus japonicus* (zwei Exemplare), *Menopoma alleghaniense* (sieben Exemplare) und *Amphiuma means* (fünf Exemplare). Die Tiere waren zum Teil in Alkohol konserviert, zum Teil 24 Stunden in 20%iger Formollösung fixiert und dann erst in Alkohol übertragen; die sieben Exemplare von *Menopoma alleghaniense* und zwei von *Amphiuma means*, die ich der Liberalität der Smithsonian Institution des National-Museums zu Washington durch freundliche Vermittelung des Herrn Professor von Lendenfeld verdanke, wofür ich hier meinen Dank ausspreche, waren teils in Flemmingscher Chromosmiumsäure, teils in Zenkerscher Flüssigkeit fixiert. Entkalkt wurden die Schädel in 3%iger Salpetersäure; nach vollendeter Entkalkung wurden sie durch 24 Stunden in 5%ige Alaunlösung übertragen (Schaffer), entwässert und in Alkohol von steigender Konzentration nachgehärtet, hierauf in Celloidin eingebettet und in Querschnitte zerlegt.

Cryptobranchus japonicus.

(Taf. X Fig. 1, 5; Taf. XI Fig. 8.)

Zur Untersuchung kamen zwei Exemplare von 19 cm und 25 cm Länge.

Die runden, sehr kleinen Aperturae nasales externae befinden sich nahe beieinander an der Schnauzenspitze an der Abbiegungsstelle der Oberlippe nach unten (mehr an der ventralen Fläche); von hier gehen die Einführungsgänge nach innen, rückwärts und aufwärts und münden an der lateralen Wand in die eigentliche Nasenhöhle. Die Einmündungsstelle liegt ganz dicht hinter dem

vorderen, kuppelförmig abgeschlossenen Ende der Nasenkapsel und nimmt die ganze laterale Wand ein, da das Lumen der Nasenkapsel an der Mündungsstelle kleiner ist als das des Einführungsganges. Die Form des Lumens der Einführungsgänge ist im Beginn schlitzförmig mit sagittal gestelltem Längsdurchmesser, im weiteren Verlaufe dreiseitig, dann oval. Unmittelbar hinter der Apertura externa und an der Einmündungsstelle in die Nasenkapsel ist der Einführungsgang verengt. Bald nachdem die Aperturae externae in das schlitzförmige Atrium übergegangen sind, erhält die mediale Wand desselben durch eine von der unteren Platte der knorpeligen Nasenkapsel ausgehende Knorpelspange eine Stütze, durch welche sie überdies noch in das Lumen des Einführungsganges vorgebaucht wird. Diese Einrichtung ermöglicht es dem Tiere, durch ein einfaches Herabziehen der Schnauze den Einführungsgang abzuschließen. Die Wände des Einführungsganges sind mit einem mehrschichtigen, in feinen obersten Lagen abgeplatteten Pflasterepithel bekleidet, als Fortsetzung des Epithels der Körperoberfläche.

Das Lumen der Nasenhöhle (Taf. X Fig. 5; Taf. XI Fig. 8 *Nh*) ist im vorderen Abschnitt rundlich, im hinteren Anteil elliptisch, etwas schräg gestellt und dorso-ventral abgeplattet; die Größe des Lumens nimmt nach rückwärts zu. Ein Horizontalschnitt zeigt, daß die Nasenhöhle so stark bogenförmig einwärts gekrümmt ist, daß der innere hintere Teil des Bogens, die Apertura interna nach hinten überragend, das kuppelförmig abgeschlossene Ende der Nasenhöhle bildet. Die Form der Nasenhöhle ist demnach eine kolbenförmige mit starker Einwärtskrümmung.

Die Aperturae nasales internae (Taf. X Fig. 1 *A.n.i*) liegen noch vor dem hinteren Ende der Nasenhöhle am lateralen Anteil des Bodens. Von der Gaumenseite gesehen, sind es längsovale Öffnungen, deren längster Durchmesser von vorn innen nach hinten außen schaut und die unmittelbar hinter den Vomerzähnen und etwas nach außen von ihnen gelegen sind.

Ihre Bildung kommt dadurch zustande, daß — nach Wiedersheim (1877, S. 396) — »der Gaumenfortsatz des Oberkiefers nicht in seiner ganzen Länge dem lateralen Rand des Vomero-palatinum dicht anliegt, sondern nach hinten zu eine ziemliche Strecke von ihm abgebogen ist, wodurch ein nach vorn spitz auslaufender Spaltraum entsteht, der mit fibrösem Gewebe angefüllt ist«, in dem die Aperturae internae gelegen sind. Ich kann noch hinzufügen, daß der Rand des Vomero-palatinum — wie die Serienschnitte ergeben —

bei *Cryptobranchus japonicus* (Taf. X Fig. 5 *Vp*) und *Menopoma alleghaniense* dem Gaumenfortsatz nicht nur anliegt, sondern mit dem spitz zulaufenden Vorderende seines medialen Randes dem Prämaxillare und mit dem vordersten Anteil seines lateralen Randes dem Gaumenfortsatz des Maxillare (Taf. X Fig. 5 *M*) aufliegt und durch derbes Bindegewebe mit diesem fest verbunden ist, wodurch das Kopfskelet in der Regio naso-ethmoidalis eine größere Stabilität erhält. Bei *Amphiuma* liegt das Maxillare dem Vomero-palatinum nur an.

Die Aperturae internae kommen bei *Cryptobranchus japonicus* beiläufig in die Mitte zwischen Maxillare und Vomero-palatinum zu liegen, so daß sie nicht nur vorn und rückwärts, sondern auch lateral und medial von der fibrösen Membran begrenzt werden. Auf die membranöse Umrandung folgen dann erst die festen Teile: im lateralen rückwärtigen Anteil der abgebogene Rand der knorpeligen Nasenkapsel und des Antorbitalfortsatzes, im lateralen vorderen Anteil der Gaumenfortsatz des Oberkiefers; medial der unbezahnte Rand des Vomero-palatinum. Da dieser Knochen sich im rückwärtigen Teile der Apertura interna rasch verschmälert, so wird der Nasenboden des medial von der Apertura liegenden großen Teiles der Nasenkapsel nur im vorderen Teile vom Vomero-palatinum also knöchern gebildet, im rückwärtigen Teile ist der Nasenboden membranös, ebenso der Boden des hinter der Apertura befindlichen, kuppelförmig abgeschlossenen Endes der Nasenkapsel; das Ende des Riechsackes wird von rückwärts unten von dem Antorbitalfortsatz begrenzt. Im vordersten Anteil des Riechsackes wird die mediale Wand von Sinnesepithel bekleidet, ebenso die mediale Hälfte der oberen und der unteren Wand. Auch das vorderste und hinterste blinde Ende des Geruchssackes sind mit Sinnesepithel überzogen. Die übrigen Teile, also: die ganze äußere Hälfte des Riechsackes, ist von dem mehrfach geschichteten kubischen Epithel bedeckt, das sich vom Atrium aus in die Nasenhöhle fortsetzt. Weiter nach rückwärts schiebt sich das Riechepithel an der oberen und unteren Wand gleichmäßig mehr und mehr lateralwärts, so daß das kubische Epithel in die seitliche Ecke des Geruchssackes gedrängt wird, die sich gleichzeitig tief rinnenförmig einsenkt. Im weiteren Verlaufe der seitlichen Rinne wird das kubische Epithel allmählich von einem mehrschichtigen cylindrischen Flimmerepithel mit zahlreich eingestreuten Becherzellen abgelöst, das zuerst am Grunde der Rinne, im weiteren Verlaufe auch an den Seiten derselben auftritt;

nur an den äußersten Enden der Ränder der Rinne bleibt ein Streifen kubischen Epithels erhalten.

An der Apertura interna dringt das kubische Epithel der Nasenhöhle medial wie auch lateral eine kurze Strecke in die Nasenhöhle ein, wo es sich scharf gegen das Sinnesepithel derselben absetzt, das noch das ganze hinter der Apertura interna befindliche kuppelförmige Ende der Nasenkapsel auskleidet. Es liegt demnach die Apertura nasalis interna im Bereiche der Regio respiratoria. Die beiden Streifen des kubischen Epithels verschmälern sich allmählich; rückwärts endet es nach kurzem Verlaufe in der seitlichen Ecke des hinteren, kuppelförmig abgeschlossenen Endes der Nasenkapsel, nach vorn setzt es sich in der lateralen Seitenrinne in die Nasenhöhle fort, bis es sich mit dem von der Apertura externa herkommenden Streifen indifferenten Epithels vereinigt.

Beiläufig in der Mitte der Nasenhöhle treffen die Horizontalschnitte eine Vorbauchung der bedeutend vertieften Seitenrinne, die sich im Querschnitt als ein Längsoval neben und unter der eigentlichen Nasenhöhle zeigt, dessen Wände mit Sinnesepithel ausgekleidet sind. Der mit Sinnesepithel bekleidete, vertiefte und nach vorn blindsackartig vorgebauchte Teil der seitlichen Nasenrinne wird als Jacobsonsches Organ bezeichnet (Taf. X Fig. 5 und Taf. XI Fig. 8 *J.O*).

Der Blindsack erhält durch Verdichtung und parallele Anordnung der ihn umgebenden Bindegewebsfibrillen eine deutlich ausgesprochene bindegewebige Kapsel mit reichlichen Blutcapillaren, auf welche auch Okajima (1906, S. 648) aufmerksam macht. Diese ist im Beginn nur an der medialen Seite des Blindsackes — also zwischen Jacobsonschem Organ und Seitenrinne — ausgebildet, umgibt jedoch im weiteren Verlaufe den ganzen Blindsack und auch die vertiefte, mit Sinnesepithel bekleidete Seitenrinne. Mit dem Schwinden des Sinnesepithels endet auch die kapselartige Verdichtung des Bindegewebes.

Nachdem sich der Blindsack in die Seitenrinne geöffnet hat, flankieren die Seitenteile der früheren Rinne, die sich über die Vorbauchung des Jacobsonschen Organs fortsetzt, den Eingang in dasselbe. Diese werden durch die bindegewebige Kapsel, die das Jacobsonsche Organ umzieht, gestützt und bilden zwei vorspringende Falten, welche den Eingang in das Jacobsonsche Organ verengen und die Begrenzung desselben gegen die Nasenhöhle bilden. Die untere Falte flacht sehr bald ab und verstreicht vollständig mit dem

Aufhören des Organs, so daß dann die untere Wand der Nasenhöhle ohne scharfe Grenze in den offenen Teil des Organs übergeht. Auch die obere Falte verstreicht kurz nach dem Aufhören des Jacobsonschen Organs.

Mit dem Verschwinden der oberen Falte wird die Seitenrinne nach rückwärts allmählich seichter und geht in der seitlichen Ecke des Nasensackes auf. Der Längsdurchmesser des Jacobsonschen Organs, der im Beginne nach außen und oben gerichtet ist, so daß er mit dem Horizontaldurchmesser der Nasenhöhle einen nach oben offenen stumpfen Winkel bildet, stellt sich im weiteren Verlaufe in die Verlängerung des horizontalen Längsdurchmessers der Nasenhöhle ein.

Der Blindsack, wie auch der anschließende Teil der vertieften seitlichen Nasenrinne sind mit hohem Sinnesepithel ausgekleidet, das dem der Nasenhöhle ähnlich ist, aber doch ihm gegenüber Differenzen aufweist: es besitzt keine Geruchsknospen, sondern ist kontinuierlich, die Zellen sind nicht so dicht zusammengedrängt wie beim Nasenhöhlenepithel, die Kerne sind größer, der kernlose Saum ist schmäler und nicht so scharf und regelmäßig abgegrenzt.

Dieses Sinnesepithel des Jacobsonschen Organs endet ziemlich unvermittelt, nachdem es beiläufig ein Fünftel der Gesamtlänge der seitlichen Nasenwand bekleidet hat; es wird zunächst an den Rändern der Rinne niedriger und schwindet zuletzt am Grunde derselben. Hier sieht man bereits das indifferente Epithel von der Apertura interna her eindringen.

Die beiden vorspringenden Falten, die den Eingang in das Jacobsonsche Organ bilden und den Rändern der früheren seitlichen Nasenrinne entsprechen, sind gleich diesen mit indifferentem — zum größten Teil cylindrischem, nur an der äußersten Ecke kubischem — Epithel bedeckt. Wie bereits erwähnt, verstreicht die untere Falte noch während des Bestehens des Jacobsonschen Organs; damit schwindet auch an der unteren Wand das indifferente Epithel und es grenzt das Sinnesepithel der unteren Nasenwand direkt an das des Jacobsonschen Organs; doch läßt sich bis zum Aufhören des Organs ein Bindegewebszug erkennen, der sich zwischen das Epithel des Jacobsonschen Organs und der Nasenhöhle einschiebt, ohne es faltenartig aufzuheben, so daß sich die Grenze beider Epithelmodifikationen genau erkennen läßt.

An der oberen Falte geht das indifferente Epithel nach rückwärts kontinuierlich in das von der Apertura interna in die Nasenhöhle

eindringende kubische Epithel über, so daß es einen von der Apertura externa bis interna ziehenden zusammenhängenden Streifen bildet, der im vordersten Anteil der Nasenhöhle die ganze äußere Hälfte des Riechsackes, im weiteren Verlaufe nur die Seitenrinne auskleidet, beim Auftreten des Jacobsonschen Organs die beiden den Eingang flankierenden Falten überzieht, mit dem Aufhören der unteren Falte an der unteren Wand schwindet, an der oberen sich weiter nach rückwärts fortsetzt und schließlich an der lateralen Wand in das von der Apertura interna her eindringende kubische Epithel übergeht (Regio respiratoria). Im Anfang- und Endteil der Nasenhöhle ist es ein kubisches, im mittleren Anteil ein mehrschichtiges cylindrisches Epithel mit zahlreich eingestreuten Becherzellen.

In der Nasenschleimhaut von *Cryptobranchus japonicus* treten zwei Arten von Drüsen auf: Glandulae olfactoriae (Bowmansche Drüsen) und Glandulae nasales internae.

Die ersteren finden sich im Bereich des Riechepithels; dem Zwischenepithel fehlen die Bowmanschen Drüsen. Sie sind kolbenförmig gestaltet, das bauchige Ende liegt verschieden weit unter der Geruchsknospe im subepithelialen Gewebe, von wo der schmale Ausführungsgang zwischen Sinnes- und Stützzellen meist in gerader Richtung in die Nasenhöhle emporsteigt; bei den entfernter liegenden Drüsen sieht man den Ausführungsgang manchmal schräg verlaufen. Ihr Epithel ist ein niedriges cylindrisches mit basal liegendem, kubischem Kern und umschließt ein meist rundes Lumen.

Neben diesen finden sich in dem unter dem Epithel gelegenen Bindegewebe Durchschnitte von größeren tubulösen Drüsen, die je nach der Schnittrichtung, in der sie getroffen werden, bald kreisförmig, bald mehr oval, bald als schlauchförmige Stücke erscheinen: Glandulae nasales internae (Glandulae Jacobsonii). Am reichlichsten ist die Zahl der Drüsendurchschnitte in dem hinter dem Jacobsonschen Organ liegenden Teil der Nasenhöhle; hier ziehen sie horizontal unter dem Nasenboden, wie die hier zahlreich vorhandenen schlauchförmigen Stücke zeigen, zum Jacobsonschen Organ und münden an der medialen unteren Seite des vorderen Blindsackendes. Mit dem Schwinden des specifischen Epithels des Jacobsonschen Organs ziehen sich die Drüsenschläuche auf die innere ventrale und mediale Seite des Geruchssackes zurück. Weiter nach rückwärts sind sie spärlicher und nur auf die mediale Seite des Riechsackes beschränkt, lassen sich aber an dieser Seite über die Apertura interna

bis an das hinterste Ende des Riechsackes verfolgen. Ihre kubischen Zellen sind größer und werden durch Hämatoxylin stärker tingiert als die der Bowmanschen Drüsen.

Eine zweite innere Drüse von schwacher Ausbildung findet sich an der lateralen dorsalen Wand (Okajima, 1906).

Die Drüsenschläuche der Glandulae nasales wie die Bowmanschen Drüsen sind vielfach von verästelten Pigmentzellen umgeben, besonders im rückwärtigen Teil der Nase; das Pigment dringt stellenweise mit dem Ausführungsgange der Bowmanschen Drüsen bis in das Riechepithel vor.

Äußere Nasendrüsen fehlen.

Menopoma alleghaniense.

(Taf. X Fig. 2, 4, 6; Taf. XI Fig. 9.)

Die Übereinstimmung zwischen *Menopoma alleghaniense* und *Cryptobranchus japonicus* macht sich auch im Bau der Nasenhöhle und des Jacobsonschen Organs geltend. Zur Verfügung standen mir sieben Exemplare, darunter vier ausgewachsene Tiere.

Die vorderen rundlichen Nasenöffnungen (Taf. X Fig. 4 *A.n.e*) haben dieselbe Lage wie bei *Cryptobranchus japonicus*. Durch den breiter gebauten vorderen Teil der Nasenscheidewand, der sonst in gleicher Weise wie bei *Cryptobranchus* durch das dachziegelartige Übereinanderlegen der Partes ascendentes der Prämaxillaria, der Nasalia und der Frontalia gebildet wird, von denen die beiden letzteren mit ihren medialen Rändern nach unten abbiegen und mit den nach aufwärts gebogenen medialen Rändern der Vomero-palatina durch Bindegewebe fest verbunden sind, kommen die Aperturae nasales externae und die Nasenkapseln viel weiter voneinander zu liegen als bei *Cryptobranchus* (Taf. X Fig. 6 *Nk*).

Der im Beginn dreiseitige Einführungsgang geht allmählich in eine längs-ovale Form über, dessen Querdurchmesser anfangs horizontal, zu Ende schräg gestellt ist; seine Verlaufsrichtung geht nach rückwärts, innen und aufwärts. Das Lumen des Einführungsganges ist im mittleren Teile am bedeutendsten; hinter der Apertura externa und an der Einmündungsstelle an der lateralen Wand der Nasenkapsel, die wie bei *Cryptobranchus* ganz dicht hinter dem vorderen Ende derselben erfolgt, ist der Gang bedeutend verengt. Bei älteren Tieren finden sich Faltenbildungen an der oberen und unteren Wand, die eine Art Verschlußapparat bilden. Derselbe wird durch eine

Falte an der oberen und zwei Falten an der unteren Wand gebildet, die schräg durch den Vorhof verlaufen (Taf. X Fig. 4). Von den unteren Falten ist die mediale nur im mittleren Dritteil ausgebildet. Beim Herabziehen der Oberlippe wird dadurch ein fester Verschluß des Einführungsganges bewirkt, daß sich die Falten aneinanderlegen; in der Mitte wird der Verschluß gegen einen Druck von innen oder außen dadurch noch mehr gesichert, daß die obere Falte in die von den beiden unteren gebildete Rinne zu liegen kommt.

Die Falten ziehen nicht bis zu dem Ende des Vorhofes, der vor der Einmündung des Atriums in die Nasenhöhle liegende Teil des Einführungsganges ist frei. Die untere und mediale Wand werden schon vom ersten Dritteil ihres Verlaufes durch eine von der Nasenkapsel ausgehende Knorpelspange gestützt.

Die Auskleidung des Vorhofes ist ein geschichtetes kubisches Epithel.

Das Lumen der Nasenhöhle (Taf. X Fig. 4, 6; Taf. XI Fig. 9 *Nh*) ist im vorderen Anteil rundlich; nach rückwärts vergrößert sich dasselbe bedeutend und nimmt eine etwas plattgedrückte elliptische Form an mit etwas schräg gestelltem Durchmesser. Das hintere kuppelförmig abgeschlossene Ende, das wie bei *Cryptobranchus* durch die starke Einwärtskrümmung des Riechsackes gebildet wird, reicht eine beträchtliche Strecke über die Apertura nasalis interna hinaus. Es besitzt demnach *Menopoma* die gleiche kolbenförmige Form der Nasenhöhle mit starker bogenförmiger Einwärtskrümmung wie *Cryptobranchus*.

Auch die Aperturae nasales internae haben dieselbe Form und Lage wie bei *Cryptobranchus japonicus* (Taf. X Fig. 2 *A.n.i*). Das Vomero-palatinum verschmälert sich schon weiter vorn, so daß bei den Querschnitten, die den vorderen Rand der Apertura interna treffen, der laterale Rand des Vomero-palatinum das Parasphenoid nur wenig überragt und daher der ganze Boden des medial von der Apertura gelegenen Teiles der Nasenkapsel und des hinter der Apertura befindlichen kuppelförmigen Endes der Nasenhöhle nur aus fibrösem Bindegewebe gebildet wird.

Die Verteilung des Sinnes- und des indifferenten Epithels in der Nasenhöhle und an der Apertura interna verhält sich wie bei *Cryptobranchus japonicus*. Im Anfangsteil der Nasenhöhle trägt die mediale und die innere Hälfte der oberen und unteren Wand Sinnesepithel, die äußere Hälfte des Riechsackes wird von dem vom Atrium her eindringenden kubischen Epithel überzogen. Allmählich drängt

sich das Sinnesepithel lateralwärts, so daß noch im ersten Viertel der Nasenhöhle nur die lateralste, rinnenförmig vertiefte Ecke des Geruchssackes mit indifferentem Epithel überkleidet ist. Das indifferente, die ganze äußere Hälfte des Riechsackes auskleidende Epithel ist ein kubisches, mit dem Auftreten der Seitenrinne tritt an seine Stelle ein mehrschichtiges cylindrisches Flimmerepithel, dazwischen Becherzellen in großer Menge.

An der Apertura interna läßt sich das kubische Epithel des Mundhöhlendaches medial und lateral eine Strecke weit in die Nasenhöhle verfolgen; rückwärts endet es in der lateralen Ecke, nach vorn steht es in Verbindung mit dem von der Apertura externa kommenden Streifen indifferenten Epithels. Das ganze die Apertura interna nach hinten bedeutend überragende kuppelförmige Ende des Riechsackes ist mit Sinnesepithel bedeckt.

Der Bau des Jacobsonschen Organs (Taf. XI Fig. 9 *J.O*), die dasselbe umgebende bindegewebige Kapsel, die Faltenbildung am Eingang, die Beschaffenheit des Epithels des Organs und der Falten, die Beschaffenheit der Regio respiratoria, weiter die Entwicklung und Ausbreitung der Glandulae olfactoriae und nasales internae sind ganz analog wie bei *Cryptobranchus japonicus*, so daß ich, um eine Wiederholung zu vermeiden, auf das dort Gesagte verweisen kann. Auffallend ist die starke Pigmentierung der Riechschleimhaut bei *Menopoma alleghaniense*. Das ganze Jacobsonsche Organ ist von sternförmigen Pigmentzellen umsponnen; ebenso fast alle Drüsenschläuche der Glandulae nasales internae und die Bowmanschen Drüsen.

Äußere Nasendrüsen fehlen auch bei *Menopoma alleghaniense*.

Amphiuma means.

(Taf. X Fig. 3, 7; Taf. XI Fig. 10.)

nimmt wie in seinem ganzen Schädelbau so auch in bezug auf den Bau der Nasenhöhle und des Jacobsonschen Organs in der Tribus der Cryptobranchiaten eine exzeptionelle Stellung ein.

Untersucht wurden drei jüngere und zwei ausgewachsene Tiere von 60 cm und 65 cm Länge. Die vorderen Nasenöffnungen sind rund und stehen gerade an der Abbiegungsstelle der Oberlippe nach unten. Der sich anschließende Einführungsgang ist etwas länger als bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*; er hat im Beginn eine schräg gestellte, plattgedrückte, im weiteren Verlaufe eine rundlich-ovale

Form. Seine Einmündung in die Nasenkapsel erfolgt wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* unmittelbar hinter dem vorderen Ende des Riechsackes. Er wird vom ersten Dritteil seines Verlaufes an von einer von der Nasenkapsel ausgehenden Knorpelspange zunächst von der medialen Seite her umfaßt, die sich bald auch auf die dorsale und ventrale Wand erstreckt. Faltenbildungen an der Vorhofswand finden sich nur bei dem älteren Tiere und viel weniger ausgebildet wie bei *Menopoma*. Am Übergang des Einführungsganges in die Nasenkapsel münden an der lateralen Wand mit einer papillenartigen Erhebung der Schleimhaut die Glandulae nasales externae (Taf. X Fig. 7 *Gl.e*) auf jeder Seite mit je einem Ausführungsgange.

Die Auskleidung des Einführungsganges besteht aus geschichtetem Pflasterepithel. Die Nasenhöhle hat die Gestalt eines langgestreckten, vorn und rückwärts kuppelförmig abgeschlossenen, gerade verlaufenden Kanals. Das Lumen ist im Beginn oval, im hinteren Anteil rundlich (Taf. X Fig. 7 *Nh*) und vergrößert sich nach rückwärts nur wenig, so daß die Form der Nasenhöhle eine röhrenförmige ist. Die Länge derselben ist entsprechend dem schmalen, langen Schädel des Tieres größer als bei *Cryptobranchus japonicus* und *Menopoma alleghaniense*.

Die Apertura interna (Taf. X Fig. 3 *A.n.i*) hat die gleiche ellipsoide Form der beiden andern Cryptobranchiaten, zeigt aber eine andre Lage; sie ist am Ende der Vomerzähne nach außen von diesen gelegen, ihr Längsdurchmesser zieht von hinten innen nach vorn außen. Da die Nasenhöhle im rückwärtigen Anteil sich nur wenig verbreitert, so ist auch der medial von der Apertura interna liegende Teil der Nasenhöhle nicht sehr bedeutend; der schmale, leistenförmige Boden derselben wird nur von Bindegewebe gebildet. Die Nasenhöhle geht nicht wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* über die Apertura interna hinaus, sondern schließt mit dieser ab.

Die Verteilung des Epithels in der Nasenhöhle variiert etwas von der bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*.

Im vorderen Abschnitt ist die ganze mediale Wand, von der oberen Wand der größte Teil und von der unteren die mediale Hälfte mit Sinnesepithel bekleidet. Die übrigen Teile, also: die laterale Ecke und die laterale Hälfte der unteren Wand sind mit geschichtetem, indifferenten Epithel bedeckt. Diese Verhältnisse bleiben durch die ganze Nasenhöhle ziemlich unverändert, nur an der unteren Wand schiebt sich das Epithel noch um ein weniges

mehr lateralwärts. Es bleibt demnach ein größerer Teil der ventralen Wand des Riechsackes mit indifferentem Epithel bekleidet, auch ist die rinnenförmige Einsenkung nicht so stark ausgesprochen wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*, so daß die Regio respiratoria bei *Amphiuma* ausgebreiteter und offener erscheint.

Kurz vor dem Erscheinen des Jacobsonschen Organs tritt in der Regio respiratoria, zunächst in der seitlichen Nasenecke, an Stelle des bisherigen kubischen Epithels ein cylindrisches Flimmerepithel mit Becherzellen auf.

Im rückwärtigsten Anteil des Riechsackes, unmittelbar vor der Apertura interna, zieht sich das Sinnesepithel auf die mediale Wand zurück. Im Bereich der Apertura ist das ganze Lumen der Nasenhöhle nur von kubischem Epithel ausgekleidet.

Die nach vorn gehende Ausstülpung der seitlichen Nasenrinne ist nicht so tief wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*, aber deutlich ausgesprochen. Der Längsdurchmesser des Jacobsonschen Organs (Taf. XI Fig. 10) liegt in der Verlängerung des horizontalen Längsdurchmessers der Nasenhöhle.

Eine bindegewebige Kapsel, die bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* den Blindsack und die offene Seitenrinne des Jacobsonschen Organs umgibt und ihm als Stütze dient, findet sich bei *Amphiuma* nicht. Sie wird dadurch ersetzt, daß das Jacobsonsche Organ in die seitliche Ecke hineingeschoben ist, die von dem knorpeligen Rest der oberen Platte der Nasenkapsel und vom Gaumenfortsatz des Oberkiefers gebildet wird, und daß es an den festen Teilen, mit denen es dorsal und ventral durch derbes Bindegewebe verlötet ist, eine Stütze findet; lateral wird es durch einen gefäßführenden Bindegewebsstrang fixiert, der von dem fibrösen Gewebe zwischen Maxilla superior und Präfrontale gegen das Organ ausstrahlt.

Die Seitenränder der Regio respiratoria bilden wie bei den andern Cryptobranchiaten den Eingang in das Jacobsonsche Organ. Da die Regio respiratoria bei *Amphiuma* nicht rinnenartig bis in die lateralste Ecke gedrängt wird, sondern viel ausgebreiteter ist, so sind auch die den Eingang begrenzenden, mit indifferentem Epithel bedeckten Partien viel ausgedehnter.

Nur die obere Wand des Einganges wird durch ein Bindegewebspolster gestülpt und in das Lumen etwas vorgebaucht, die untere Wand liegt direkt in der Fortsetzung der unteren Nasenhöhlenwand, so daß der Eingang weiter und offener erscheint.

Gegen Ende des Organs tritt die Vorbauchung der oberen Wand stärker hervor, so daß sich diese faltenartig ausprägt.

Das Epithel des Jacobsonschen Organs zeigt dieselben Eigentümlichkeiten wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*.

Die den Eingang in das offene Jacobsonsche Organ bildenden Teile sind wie bei den andern Cryptobranchiaten mit indifferentem — zum größten Teil cylindrischem flimmernden, gegen die Nasenhöhle zu mit kubischem — Epithel bedeckt, das nach rückwärts in das von der Apertura interna eindringende kubische Epithel übergeht.

Bowmansche Drüsen treten im Bereich der Riechschleimhaut in analoger Weise wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* auf.

Die Hauptmasse der Glandulae Jacobsonii liegt wie bei den beiden andern Cryptobranchiaten in dem hinter dem Jacobsonschen Organ befindlichen Anteil der Nasenhöhle an der ventralen und medialen Wand und läßt sich bis an das Ende der Nasenkapsel verfolgen, wo sich die Drüsenmasse auf die mediale Wand zurückzieht. Die Ausführungsgänge ziehen quer und schräg nach vorn unter dem Nasenboden und münden an der medialen Seite des Blindsackes ein. Durch ihre größeren Zellen, deren Protoplasma durch Hämatoxylin stärker gefärbt wird, hebt sich die Glandula Jacobsonii scharf von der an der dorsalen Wand und am Endteil der Nase am oberen Teile der medialen Wand befindlichen zweiten Glandula nasalis interna und den Bowmanschen Drüsen ab.

Die Glandulae nasales externae, die bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* fehlen, sind bei *Amphiuma* kräftig entwickelt (Taf. X Fig. 7 *Gl.e*). Sie liegen an der Außenseite der knorpeligen Nasenkapsel, im vorderen Anteil zwischen Prämaxillare und Nasale, weiter rückwärts zwischen Maxillare und Nasale und lassen sich bis zur Mitte der Nasenhöhle verfolgen; ihr Ende liegt in einer Ebene mit dem Anfangsteile des Jacobsonschen Organs. Ihre Drüsenschläuche mit hohem cylindrischem Epithel und ganz basal liegendem Kern sind im Anfang durch starke Bindegewebszüge getrennt, die im weiteren Verlauf reduziert werden, wodurch die Drüse eine kompendiösere Form erhält. Der Ausführungsgang mündet am Übergange des Atriums in die Nasenhöhle an der lateralen Wand.

Zusammenfassung.

Wenn wir die gewonnenen Resultate zum Schluß kurz zusammenfassen, ergibt sich folgendes:

Wir finden bei allen Cryptobranchiaten ein deutlich ausgesprochenes Jacobsonsches Organ. Dasselbe wird durch eine Vertiefung und Vorbauchung der rinnenförmig vertieften Regio respiratoria beiläufig in der Mitte der Nasenhöhle gebildet und entspricht etwa dem fünften Teile der Länge des Riechsackes.

Bei *Amphiuma* ist das Jacobsonsche Organ in die seitliche Ecke hineingeschoben, die von dem knorpeligen Reste der oberen Platte der Nasenkapsel und von dem Gaumenfortsatz des Oberkiefers gebildet wird, und wird durch eine bindegewebige Verlötung mit diesen festen Teilen an der dorsalen und ventralen Seite gestützt, lateral wird es durch einen gefäßführenden Bindegewebsstrang fixiert, der von dem fibrösen Gewebe zwischen Maxilla superior und Präfrontale gegen das Organ ausstrahlt. Bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* ist das Organ der Nasenhöhle näher getreten; es hat sich aus der Verbindung mit der seitlichen Nasenwand gelöst und erhält durch die Ausbildung einer kapselartigen Verdichtung des das Organ umgebenden Schleimhautgewebes eine selbständige Stütze.

Das Jacobsonsche Organ ist mit einem hohen, dem Sinnesepithel der Nase ähnlichen Epithel ausgekleidet, zeigt aber diesem gegenüber doch deutliche Differenzen: es besitzt keine Geruchsknospen, sondern ist kontinuierlich, die Zellen sind nicht so dicht zusammengedrängt wie beim Nasenhöhlenepithel, die Kerne sind größer, der kernlose Saum ist schmäler und nicht so scharf abgegrenzt.

Die Seitenränder der im vorderen Anteil des Riechsackes bestehenden rinnenförmigen Regio respiratoria, die mit indifferentem — teils cylindrischem, teils kubischem — Epithel bedeckt sind, und die sich über die Vorbauchung des Jacobsonschen Organs fortsetzt, bilden nach der Öffnung desselben in die Nasenhöhle den Eingang in das Organ und trennen das Sinnesepithel desselben von dem der Nasenhöhle.

Die Abschließung des Jacobsonschen Organs gegen die Nasenhöhle tritt bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* dadurch noch mehr hervor, daß der Längsdurchmesser des Organs mit dem der Nasenhöhle im Anfang seines Verlaufes einen Winkel bildet, während bei *Amphiuma* der Längsdurchmesser des Organs in die Verlängerung des horizontalen Längsdurchmessers der Nasenhöhle fällt.

Die blindsackartige Vorbauchung der vertieften Seitenrinne ist bei *Amphiuma* nicht so bedeutend wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*.

Bei Vergleichung dieser Befunde läßt demnach das Jacobsonsche Organ von *Amphiuma* einen einfacheren, weniger komplizierten Bau erkennen.

Die mit dem Jacobsonschen Organ in Verbindung stehenden inneren Nasendrüsen (Glandulae Jacobsonii s. Glandulae nasales mediales) finden sich am reichlichsten in dem hinter dem Jacobsonschen Organ liegenden Teile der Nasenhöhle an der ventralen und medialen Wand. Nach rückwärts sind sie spärlicher und nur auf die mediale Seite des Geruchssackes beschränkt, lassen sich aber bis an das hinterste Ende des Riechsackes verfolgen. Sie ziehen quer und schräg nach vorn unter dem Nasenboden zum vorderen Blindsackende des Jacobsonschen Organs, wo sie münden. Die Glandula Jacobsonii differenziert sich scharf von den Bowmanschen Drüsen und von der an der dorsalen Wand liegenden zweiten inneren Nasendrüse durch ihre größeren kubischen Zellen, deren Protoplasma durch Hämatoxylin stärker tingiert wird.

Von sonstigen die Nasenhöhle betreffenden Befunden wären zu erwähnen:

Die rundlichen Aperturae nasales externae liegen an der Abbiegungsstelle der Schnauze nach unten (bei *Cryptobranchus japonicus* und *Menopoma alleghaniense* mehr an der ventralen Fläche); in ihrer Umgebung finden sich in der Regel viele Nervenendknospen zusammengedrängt vor.

Der Einführungsgang geht von der Apertura externa nach innen, rückwärts und aufwärts und mündet an der lateralen Wand in die eigentliche Nasenhöhle. Die Einmündungsstelle liegt ganz dicht hinter dem vorderen kuppelförmig abgeschlossenen Ende der Nasenkapsel und nimmt die ganze laterale Wand der Nasenhöhle ein. Die Richtung des Einführungsganges bildet mit der der Nasenhöhle einen sehr flachen Winkel, so daß es den Anschein erweckt, daß die Nasenhöhle die direkte Fortsetzung des Einführungsganges wäre.

Bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* ist der Einführungsgang unmittelbar hinter der Apertura externa und an der Mündungsstelle in die Nasenkapsel verengt und zeigt außerdem einen Verschlußapparat, der bei ersterem durch eine an der medialen Wand befindliche von der unteren Platte der Nasenkapsel ausgehende Knorpelspange, durch welche die Schleimhaut in das Lumen des Einführungsganges vorgebaucht wird, bei letzteren durch schräg verlaufende Falten an der

oberen und unteren Wand des Vorhofes gebildet wird; beide Einrichtungen ermöglichen es, durch ein einfaches Herabziehen der Oberlippe den Einführungsgang abzuschließen. Dieser Verschlußapparat zeigt individuelle Verschiedenheiten, bei *Menopoma* fand ich ihn nur bei älteren Tieren. Bei *Amphiuma* finden sich Faltenbildungen an der Vorhofswand auch nur bei erwachsenen Tieren und wenig entwickelt; dagegen ist der Einführungsgang — der Kopfform entsprechend — etwas länger und besitzt ein kleineres Lumen.

Die Wände des Einführungsganges sind mit einem mehrschichtigen Pflasterepithel bekleidet, als Fortsetzung des Epithels der Körperoberfläche, das in seinen obersten Lagen abgeplattet und in der Nähe der Apertura externa verhornt ist.

Die eigentliche Nasenhöhle zeigt bei *Cryptobranchus japonicus* und *Menopoma alleghaniense* eine stark einwärts gekrümmte kolbenförmige Form; die bogenförmige Krümmung ist so bedeutend, daß der innere, hintere Teil des Bogens die Apertura interna nach hinten überragt und das hintere kuppelförmige Ende der Nasenhöhle bildet. Bei *Amphiuma* ist die Nase röhrenförmig, ohne Krümmung, und schließt mit der Apertura interna ab.

Die Apertura nasalis interna von Amphiuma, von gleicher ellipsoider Form wie bei *Cryptobranchus* und *Menopoma*, zeigt eine andre Lage wie bei diesen. Sie ist am Ende der Vomerzähne nach außen von ihnen gelegen, ihr Längsdurchmesser zieht von hinten innen nach vorn außen, bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* liegt der Längsdurchmesser der Apertura interna in der Verlängerung der Richtung der Vomerzähne und zieht von vorn innen nach hinten außen.

Die Schleimhaut der Nasenhöhle der Cryptobranchiaten läßt in ihrem Bau zwei scharf gesonderte Abteilungen erkennen: eine Regio sensoria und eine Regio respiratoria. Erstere wird durch die mit Sinnesepithel und indifferenten Stützzellen bekleidete mediale und zum größten Teil die obere und untere Wand repräsentiert, letztere wird durch das indifferente Epithel dargestellt, das vom Atrium aus in die Nasenhöhle übergeht. Im Anfangsteil des Riechsackes bekleidet es die ganze äußere Hälfte, im weiteren Verlaufe bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* nur die seitliche Nasenrinne, bei *Amphiuma* außer der lateralen Ecke fast die ganze laterale Hälfte der ventralen Wand, im mittleren Anteil der Nasenhöhle die den Eingang in das Jacobsonsche Organ flankierenden Falten und geht schließlich in das von der Apertura interna eindringende kubische Epithel über, so

daß es einen kontinuierlichen von der Apertura externa bis zur Apertura interna ziehenden Streifen bildet. Im Einführungsgang und an der Apertura interna ist es ein geschichtetes Pflasterepithel, im mittleren Anteil der Nase ein geschichtetes flimmerndes cylindrisches Epithel mit reichlich eingestreuten Becherzellen. Zwischen beide Epithelmodifikationen schiebt sich eine Übergangszone ein, in der rundliche Zellen auftreten.

Bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* ist das respiratorische Epithel bis in die lateralste Ecke gedrängt und tief eingesenkt, so daß eine tiefe Rinne gebildet wird (seitliche Nasenrinne oder seitlicher Nasengang Seydel 1895, S. 471), bei *Amphiuma* bleibt ein größerer Teil der ventralen Wand des Riechsackes mit indifferentem Epithel bekleidet, und da die rinnenförmige Einsenkung nicht so scharf ausgesprochen ist, so erscheint die Regio respiratoria ausgebreiteter und offener. Durch die Fortsetzung der Regio respiratoria über den vorgebauchten vorderen Teil des Organs, deren Seitenränder den Eingang in das offene Jacobsonsche Organ bilden, erklärt es sich, daß die den Eingang in das Organ bildenden mit indifferentem Epithel bekleideten Teile bei *Amphiuma* viel ausgedehnter sind.

Die Verteilung des Sinnesepithels variiert bei *Amphiuma* etwas im Vergleich zu den beiden andern Cryptobranchiaten, da gleich im Beginn der Nasenhöhle neben der medialen der größte Anteil von der oberen Wand und die mediale Hälfte von der unteren mit Sinnesepithel bedeckt sind.

Die Kürze der Nasenhöhle von *Cryptobranchus* und *Menopoma* gegenüber der Länge des Geruchsorgans von *Amphiuma* und der damit verbundenen stärkeren Entfaltung der Riechschleimhaut wird durch die Verbreiterung im rückwärtigen Anteil und durch die bogenförmige Krümmung kompensiert, wodurch das die Apertura interna nach hinten beträchtlich überragende, kuppelförmige, Sinnesepithel tragende Ende der Nasenkapsel geschaffen wird, während bei *Amphiuma* das Sinnesepithel am Ende der Nasenkapsel sich auf die mediale Wand zurückzieht und noch vor der Apertura interna endet.

Die Riechschleimhaut zeigt bei allen Cryptobranchiaten die Anordnung in die Blaueschen Geruchsknospen (Taf. XI Fig. 10 *G*).

Durch die die Knospen trennenden, im Querschnitt papillenartig erscheinenden Bindegewebslamellen (Taf. X Fig. 4; Taf. XI Fig. 10 *B*) werden das Epithel mehr oder weniger überragende Falten gebildet,

von denen wieder schwächere Fältchen zweigartig abgehen. Bei jüngeren Tieren sind die Lamellen nur schmal, das Epithel gar nicht oder nur wenig überragend; die Oberfläche der Knospen ist nur wenig eingesenkt, so daß sie fast eben erscheinen. Bei älteren Tieren sind die Lamellen breiter und auch über die freie Epitheloberfläche stärker entfaltet, so daß sie als Falten der Nasenschleimhaut markanter hervortreten und die dazwischenliegenden Knospen stark konkav eingesenkt erscheinen.

Wie ein horizontaler Längsschnitt (Taf. X Fig. 4) durch die Nasenhöhle von *Menopoma alleghaniense* zeigt, ist die Verlaufsrichtung der Hauptfalten schräg von vorn innen nach hinten außen; im vorderen Anteil der Nase weniger, in der rückwärtigen Hälfte, in der sie kräftiger entwickelt sind, mehr ausgesprochen. Die Abzweigung der schwächeren Fältchen von den Hauptfalten ist einseitig fiederförmig und derartig gerichtet, daß die sekundären Fältchen nach rückwärts stehen; bei älteren Tieren zweigen von diesen sekundären Fältchen noch schwächere ab.

Die freie Oberfläche der Lamellen trägt ein niedriges cylindrisches Epithel; Flimmern konnte ich mit Sicherheit nicht konstatieren. Okajima beschreibt bei *Cryptobranchus japonicus* cilientragende Cylinderzellen (1906, S. 646).

Die Geruchsknospen werden von den charakteristisch geformten, die Riechhärchen tragenden Riechzellen und den langgestreckten cylindrischen Stützzellen gebildet, die miteinander abwechseln. Die Kerne nehmen den tieferen bauchigen Teil der Knospe ein und setzen sich gegen die obere Partie derselben scharf ab.

Auch die Geruchsknospen differieren wie die bindegewebigen Lamellen mit dem Alter der Tiere. Bei jüngeren Tieren ist die Größe nicht sehr bedeutend und variiert im vorderen Anteil der Nase nur wenig. Nach dem rückwärtigen Teil der Nasenhöhle zu zeigen die Geruchsknospen verschiedene Breite; bei einigen ist der Querdurchmesser so bedeutend vergrößert, daß dieselben ein flächenhaftes Aussehen darbieten. Bei ausgewachsenen Tieren schwankt ihre Größe im Verlauf der ganzen Nasenhöhle nur wenig.

Auffallend erscheint — bei ausgewachsenen Tieren — die außerordentlich reichliche Entwicklung der Capillaren in den bindegewebigen Lamellen, deren Gefäßschlingen die Zellen auseinanderdrängend bis in das indifferente Epithel und stellenweise von dem subepithelialen Gewebe aus auch in das sensorielle Epithel der Knospen vordringen, und die den Gedanken an eine secretorische

Wirkung derselben nahelegt. Unterstützt würde diese Annahme durch das nicht allzu reichliche Auftreten der Bowmanschen Drüsen bei den Cryptobranchiaten.

Schon F. E. Schulze (1876) sprach die Vermutung aus, daß in der Regio olfactoria der Tritonen besondere Einrichtungen bestünden, »um der so ausgezeichneten Epithellage jener Gegend die leicht zu beobachtende Succulenz zu geben«. Dahin glaubt er »außer den in der Monographie der Riechschleimhaut von Max Schultze genau beschriebenen in die bindegewebige Grundlage hinabreichenden zahlreichen Drüschen, auch eigentümliche, gerade hier sehr verbreitete, aber bisher noch nicht bekannte Papillen — durch Blaue (1884) als Querschnitte der bindegewebigen Lamellen erklärt — rechnen zu müssen, welche außerordentlich lang, dabei aber schmal und im Ganzen fingerförmig gestaltet, im Inneren eine oder mehrere Capillarschlingen führend aus der bindegewebigen Grundlage zwischen die Epithel- und Sinneszellen hoch hinaufragen«.

Im guten Einklang mit der Annahme einer secretorischen Wirkung der reichlich entwickelten Capillaren steht die Einschaltung des Schwellkörpers — zwischen Capillaren und Venenabflüssen — in der Regio respiratoria der Landsäugetiere, durch welchen ein Stauungsapparat geschaffen wird, welcher zwar in komplizierterer Weise, aber doch nach dem gleichen Prinzipe »außer der Wärmeausstrahlung der Secretion sehr zu statten kommt« (Zuckerkandl [1885]).

Drüsen.

Außer den bereits erwähnten mit dem Jacobsonschen Organ in Verbindung stehenden Glandulae nasales internae (Glandulae Jacobsonii) findet sich bei allen Cryptobranchiaten eine zweite innere Nasendrüse, ferner Bowmansche Drüsen und bei *Amphiuma* allein Glandulae nasales externae.

Die Bowmanschen Drüsen sind im Vergleich zu denen der Salamandrinen nicht sehr zahlreich und nur auf die Riechschleimhaut beschränkt; ihr bauchiges Ende liegt verschieden weit unter der Riechknospe im subepithelialen Gewebe, von wo der schmale Ausführungsgang meist in gerader Richtung durch die Knospe in die Nasenhöhle emporsteigt. Bei den entfernter liegenden Drüsen sieht man den Ausführungsgang manchmal schräg verlaufen. Ihr Epithel ist ein niedriges cylindrisches mit basal liegendem kubischen Kern.

Die zweite Glandula nasalis interna von schwächerer Ausbildung als die Glandulae Jacobsonii befindet sich an der lateral-dorsalen

Wand. Ihre Zellen sind niedrige, kubische, die sich wenig von denen der Bowmanschen Drüsen unterscheiden.

Die inneren Nasendrüsen wie die Bowmanschen Drüsen sind vielfach von verästelten Pigmentzellen umgeben, besonders im rückwärtigen Teile der Nase; das Pigment dringt stellenweise mit dem Ausführungsgange der Bowmanschen Drüsen bis in das Riechepithel vor.

Glandulae nasales externae sind nur bei *Amphiuma* vorhanden, den beiden andern Cryptobranchiaten fehlen sie. Sie liegen an der Außenseite der knorpeligen Nasenkapsel; im vorderen Anteil zwischen Prämaxillare und Nasale, weiter rückwärts zwischen Maxillare und Nasale und lassen sich nach rückwärts bis zur Mitte der Nasenhöhle verfolgen; ihr Ende liegt in einer Ebene mit dem Anfangsteile des Jacobsonschen Organs. Die mit hohem Cylinderepithel ausgekleideten Drüsenschläuche sind im Beginn durch starke Bindegewebszweige getrennt, die im weiteren Verlaufe reduziert werden, wodurch die Drüse eine kompendiösere Form erhält. Der Ausführungsgang mündet am Übergang des Atriums in die eigentliche Nasenhöhle an der lateralen Wand.

Ein Tränennasengang läßt sich bei den Chryptobranchiaten nicht nachweisen.

Bei Wiedersheim (1877, S. 396 und 399) findet sich die Beschreibung und Abbildung (Taf. XXII Fig. 52, 53) eines konisch gestalteten Knorpelzapfens zwischen den Vorderenden der Vomero-palatina bei *Amphiuma tridactylum*. »Da wo die Vorderenden der Vomero-palatina in der Mittellinie zusammenstoßen, ragt ein konisch gestalteter Knorpelzapfen vom Boden der Nasenhöhle in die Schleimhaut des Mundes herab, von welcher er einen Überzug erhält. An Querschnitten sieht man, daß der Knorpelzapfen durch Bindegewebe mit dem unteren Ende des Zwischenkiefers verbunden ist. Zwei Querschnitte weiter hat sich der Knorpelzapfen nach oben napfartig ausgehöhlt und seitlich in zwei Fortsätze geteilt, mit welchen zwei annähernd kubisch gestaltete Knochenstücke in sehr enge Verbindung getreten sind. Es sind dies die knopfartig angeschwollenen Vorderenden der Vomeropalatina, vielleicht auch die Vomera allein. Zugleich hat sich der Knorpelzapfen stark verbreitert und nimmt sich aus, wie ein für die Prämaxille bestimmtes Piedestal.« Nach Wiedersheim könnte der Knorpelzapfen, wenn man das untere Prämaxillarstück identifiziert mit einer ursprünglich weiter nach

vorn gehenden basalen Ethmoidplatte, einfach als ein von seinem Mutterboden d. h. dem Vorderende der basalen Ethmoidplatte abgeschnürtes Gebilde aufgefaßt werden (Taf. X Fig. 7 *Kz*). Auch bei *Cryptobranchus japonicus* und *Menopoma alleghaniense* konnte ich das Auftreten eines Knorpelzapfens an derselben Stelle wie bei *Amphiuma* konstatieren, der am Mundhöhlendache am Vorderende des Vomero-palatinum als kugelige Vorwölbung — bald mehr bald weniger deutlich — hervortritt.

An Querschnitten durch den Vorderkopf von *Cryptobranchus japonicus*, die unmittelbar hinter die Zähne des Os praemaxillare fallen, treten zuerst die spitz zulaufenden Vorderenden der Vomero-palatina auf, die auf dem rückwärtigen Anteil der Ossa praemaxillaria aufliegen, durch Bindegewebe mit diesen verbunden. Einige Schnitte weiter nach rückwärts, sobald das Os praemaxillare geschwunden ist, biegen die medialen Ränder der Vomero-palatina nach oben um; an dieser Stelle tritt ein seitlich etwas abgeplatteter von vorn nach rückwärts sich vergrößernder Knorpelzapfen auf, der vom Mundhöhlendache bis in den durch die aufsteigenden medialen Vomerränder gebildeten spitzbogenähnlichen Raum hineinreicht und mit diesem durch fibröses Gewebe in Verbindung steht (Taf. X Fig. 5 *Kz*).

Auch bei *Menopoma alleghaniense* tritt an Querschnitten, die das hinterste Ende des Prämaxillare treffen, in dem unter dem Prämaxillare befindlichen derben Bindegewebe ein konischer Knorpelzapfen in Erscheinung, der sich in dem festen Bindegewebe zwischen den Vorderenden der Vomero-palatina ziemlich weit nach rückwärts verfolgen läßt (Taf. X Fig. 6 *Kz*).

Es findet sich demnach bei allen Cryptobranchiaten ein Knorpelstück, das bei *Amphiuma means* und *Menopoma alleghaniense* einen konisch gestalteten, bei *Cryptobranchus japonicus* einen seitlich abgeplatteten Knorpelzapfen darstellt, der in dem Bindegewebe unterhalb des hinteren Endes des Prämaxillare beginnt, sich nach rückwärts zwischen die Vorderenden der Vomero-palatina erstreckt und dessen unteres Ende am Mundhöhlendache am Vorderende der Vomero-palatina als kugelige Vorwölbung plastisch hervortritt.

Literaturverzeichnis.

1884. Blaue, J., Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, namentlich über Endknospen als Endapparate des Nervus olfactorius. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.
1887. Dogiel, A., Über den Bau des Geruchsorgans bei Ganoiden, Knochenfischen und Amphibien. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XX.
1865. Hyrtl, J., Cryptobranchus japonicus. Vindobonae.
1906. Okajima, K., Zur Anatomie des Geruchsorgans von Cryptobranchus japonicus. Anatom. Anzeiger. Bd. XXIX. S. 641.
1899. Osawa, G., Beiträge zur Anatomie des japanischen Riesensalamanders. Festschrift. Tokio.
1867. Schulze, F. E., Epithel- und Drüsenzellen. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. III. S. 137—203.
1895. Seydel, O., Über die Nasenhöhle und das Jacobsonsche Organ der Amphibien. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXIII.
1877. Wiedersheim, R., Das Kopfskelett der Urodelen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. III.
1892. Wilder, H. H., Die Nasengegend von Menopoma alleghaniense und Amphiuma tridactylum. Zoolog. Jahrbücher. Bd. V. S. 155.
1885. Zuckerkandl, E., Über den Cirkulationsapparat in der Nasenschleimhaut. Denkschrift der Wiener Akademie. Bd. XLIX.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1, 2, 3. Lage der Aperturae nasales internae von *Cryptobranchus japonicus* (Fig. 1), *Menopoma alleghaniense* (Fig. 2), *Amphiuma means* (Fig. 3). Natürl. Größe.

Fig. 4. Horizontaler Längsschnitt durch die Nasenhöhle von *Menopoma alleghaniense*; unterer Teil der Nasenhöhle. Vergr. 2/3.

Fig. 5, 6, 7. Querschnitte durch den Schädel und die Nasenhöhle. *Cryptobranchus japonicus* (Fig. 5), *Menopoma alleghaniense* (Fig. 6), *Amphiuma means* (Fig. 7). Vergr. 1 : 7.

Tafel XI.

Fig. 8, 9, 10. Querschnitte durch das Jacobsonsche Organ und die Nasenhöhle. *Cryptobranchus japonicus* (Fig. 8), *Menopoma alleghaniense* (Fig. 9), *Amphiuma means* (Fig. 10). Vergr. 1 : 30.

Abkürzung der Bezeichnungen

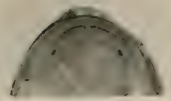
A.n.e Apertura nasalis externa,
A.n.i Apertura nasalis interna,
B Bindegewebslamellen,
G Geruchsknospe,
Gl.e Glandulae externae,
J.O JACOBSONsches Organ,
Kz Knorpelzapfen,
M Maxillare,
N Nasale,
Nh Nasenhöhle,
Nk Nasenkapsel,
Pm Prämaxillare,
Vp Vomero-palatinum.

1

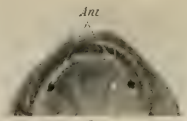
2

3

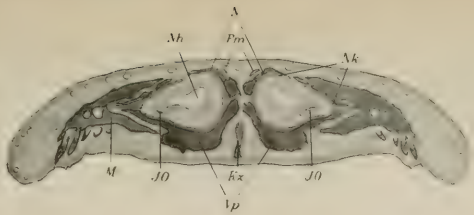
4



1

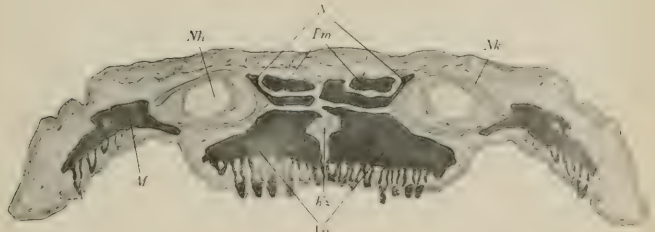


2

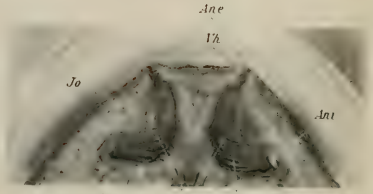


5

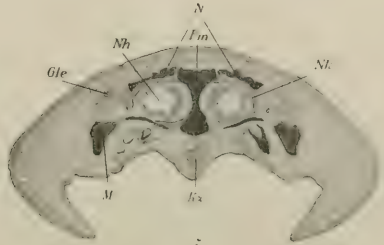
3



6

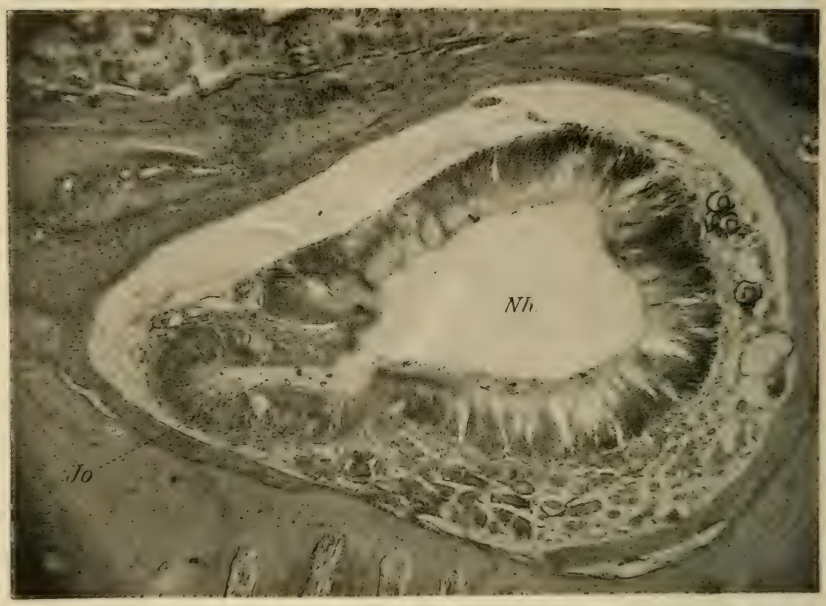


4



7

Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig
Lichtdruck von C.G.Röder, G.m.b.H. Leipzig



8

9

10

Almann Leipzig

Embryologische und anatomische Beiträge zur Hyperdactylie (Houdanhuhn).

Von

Marie Kaufmann-Wolf.

(*Aus dem anatomischen Institut zu Heidelberg.*)

Mit Tafel XII—XIV und 42 Figuren im Text.

I. Vorwort.

Atypische Bildungen gelangen zumeist nur in vereinzelten Exemplaren, gewöhnlich von völlig verschiedener Herkunft und in der Mehrzahl der Fälle schon durchaus ausgebildet, in die Hand des Untersuchers, so daß ihm nur — lediglich infolge des ungenügenden Materials — die Möglichkeit gegeben ist, Mutmaßungen über die Entwicklung der organischen Gestalt und die Art der organisierenden Faktoren der vorliegenden Anomalie anzustellen. Er sieht sich also genötigt, sowohl in bezug auf die morphologische als auch physiologische Genese zu Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen. Bezüglich der physiologischen Ursachen der Anomalien wird ja vermutlich noch recht lange Unkenntnis herrschen, eher dürfte es aber schon gelingen, über die formale Genese mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte uns zu unterrichten.

Von dieser Überlegung ausgehend, habe ich mir die Aufgabe gestellt, einmal in exakter Weise die Entwicklung einer atypischen Bildung sozusagen Schritt für Schritt zu verfolgen, um so die morphologische Genese klar überschauen zu können und eventuell an ihrer Hand auch Aufschluß zu erlangen über das Wesen der atypischen Bildung und ihrer Relation zur typischen, oder spezieller

formuliert, um die Frage entscheiden zu können, ob eine atavistische oder teratologische Bildung vorliegt.

Ein sehr geeignetes, allen Wünschen entsprechendes Material fand sich in einer Hühnerart, bei der Polydactylie hereditär ist. Man kennt mehrere derartige Rassen, z. B. Houdan- und Dorkinghühner, die allgemein bekannt zu sein scheinen, außerdem Silkies, Crèvecoeur, Vallikikili, die ich weitaus seltener erwähnt finde. Bei allen diesen Tieren kommt eine überzählige Zehe fast konstant vor; wenigstens sagt Anthony (99) in bezug auf Houdanhühner (S. 726): »L'anomalie est généralement paire, mais elle peut se présenter à un degré différent à la patte droite et à la patte gauche. Dans ce cas, si d'un côté elle est au deuxième degré, par exemple, elle est au premier ou au troisième de l'autre et, quand par hasard elle est unpaire, elle effecte toujours la disposition du premier degré«[1]; es ließen sich noch weitere derartige Äußerungen anführen. Ich fand auch zumeist fünf Zehen an beiden Füßen; oftmals auch ist nur ein Fuß hyperdactyl, während der andre die normale Zehenzahl vier aufweist. Gelegentlich kommt es auch vor, daß ein sonst rasseechtes Houdanhuhn, welches von polydactylen Vorfahren stammt, gar keine überzählige Zehe besitzt. Ob dieses Vorkommen zu dem Schluß berechtigt, meine Individuen seien keine wirklich reinrassigen, kann ich nicht entscheiden. Es ist wohl interessant, darauf hinzuweisen, daß die bei hyperdactylen Hühnern geschilderten Verhältnisse im wesentlichen für alle Tierarten Geltung zu haben scheinen. So sagt Bateson (94) allgemein: »From the evidence it will have been seen that digital Variation in most of its manifestations may be similar and simultaneous in the limbs of the two sides of the body, though not rarely it affects the limb of one side only; and still more frequently the form which it assumes on one side differs in degree from that found on the other side. Considerable difference in kind between Variation on the right side and on the left is much rarer« (S. 402).

Ab und zu (bei 3—4%) fand ich auch sechszehige Füße. Strenggenommen müßte man von siebenzehigen Füßen reden, da — wie später genauer besprochen wird — im normalen, vierzehig genannten Vogelfuß ja fünf Zehen zur Anlage kommen. Ich will aber die üblichen Bezeichnungen beibehalten.

---

[1] Was Anthony unter »degré« versteht, wird im Kapitel »Skeletsystem« erklärt werden (S. 499).

Die hyperdactylen Hühner haben eine ganz interessante Herkunft, zum mindesten schauen sie auf eine lange Ahnenreihe zurück. Ihr Stammbaum läßt sich bis in das erste Jahrhundert n. Chr. verfolgen. Aus dieser Zeit berichtet der berühmte Naturforscher Columella (nach Davenport, 06) von den polydactylen Hühnern der Römer, die von Rom in die gallischen Provinzen kamen, und noch heute sind wesentlich Frankreich, und infolgedessen in Deutschland das Elsaß die Heimat und der Fundort der genannten Rassen.

Sehr bemerkenswert ist, daß das Vorhandensein polydactyler Hühner auch in Siam beobachtet wurde. Ein Dorf »Mnang Hawt« soll, wie Carl Lang (86) einem Reisebericht entnimmt, seiner sechszehigen Hühner wegen bekannt sein. Es läßt sich natürlich nicht entscheiden, ob hier eine Verwandtschaft mit den römischen Hühnern besteht oder nicht. Im letzten Fall müßte, wie auch in der Tat Davenport (06) annimmt, wiederholtes spontanes Auftreten der Polydactylie bei Hühnern vorliegen, während außer bei Hühnern in der ganzen Literatur nur sehr selten von Polydactylie bei Vögeln die Rede ist.

Ich meine, wenn man sich vergegenwärtigt, daß schon Alexander der Große Indien dem Verkehr erschlossen hat, dann kann man sich wohl vorstellen, daß römische Hühner auf Umwegen in das Reich des weißen Elefanten gelangt sind. Sind sie einmal importiert, dann ist es nicht weiter erstaunlich, daß ein ganzes, vermutlich ziemlich isoliert gelegenes Dorf bald ausschließlich nur polydactyle Hühner besitzt, da auch bei Kreuzung die überzählige Zehe stark erblich ist.

Neuerdings hat man in Washington in dem bekannten Carnegie-Institut, worüber Davenport (06) berichtet, methodische Versuche angestellt, um zu ermitteln, wie und in welcher Zahl charakteristische Eigentümlichkeiten sich vererben. Für die überzählige Zehe fand man einen sehr hohen Prozentsatz, der sich noch erhöhen dürfte, falls man immer mikroskopisch oder mit Hilfe der Aufhellungsmethode untersuchen könnte; denn oft wird die überzählige Zehe wohl angelegt, gelangt aber nicht zur vollkommenen Ausbildung. Die Mendelsche Regel soll nach Davenport (06) in bezug auf die Erblichkeit der Polydactylie nicht genau zutreffen, während andre Autoren (Bateson, 94) ihr Zutreffen behaupten.

Die vorliegende Arbeit wurde im anatomischen Institut zu Heidelberg unter Leitung und Kontrolle meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. H. Braus, ausgeführt. Ich erfülle hiermit die angenehme Pflicht, ihm meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Ich

habe ihm ferner für die bereitwillige Überlassung des wertvollen, teils konservierten, teils lebenden Materials zu danken.

Herr Prof. Braus gab mir 75 konservierte Embryonen, 12 Füße ausgewachsener Tiere, 10 lebende Hühner. Außerdem standen mir etwa 50 Embryonen, die sich im Besitz des anatomischen Instituts befanden, zur Verfügung.

Das Stammvolk der benutzten Tiere bestand aus einem Hahn und vier Hühnern, die im Jahre 1903 aus Wanzenau im Elsaß bezogen wurden[1].

Von ihnen und ihren Nachkommen wurden vier Jahre hindurch Eier gebrütet.

Die Embryonen wurden auf verschiedene Weise fixiert, entweder in Zenkerscher Flüssigkeit oder in Pikrin-Sublimat nach Rabl, einige in Müllerscher Flüssigkeit oder auch in Formol-Alkohol. Bei der Anfertigung von Serien wählte ich fast immer eine Schnittdicke von 10 μ. Zur Färbung wurde zweimal Stückfärbung mit Karmin, sonst immer Schnittfärbung mit Hämatoxylin-Eosin in Anwendung gebracht.

Alle Embryonen wurden zuerst unter dem Präpariermikroskop Braus-Drüner besichtigt, und die meisten, die verarbeitet wurden, photographiert. Außerdem bediente ich mich in sehr ausgedehntem Maß des Aufhellungsverfahrens nach van Wijhe in der Modifikation, wie sie von Lundvall (05) angegeben ist.

Das untersuchte Material verteilt sich nach den angewendeten Methoden in folgender Weise (dabei sind alle mißglückten oder sonst für die Verwendung in dieser Arbeit ungeeigneten Objekte nicht mitgezählt).

I. Schnittserien (zumeist jüngere Objekte) durch 50 Füße (von diesen verdanke ich 7 Stück dem Institut, eine Herrn Prof. Braus, die übrigen 42 Stück fertigte ich selbst an).

II. aufgehellte Präparate (meistens Objekte aus den Stadien C, D und E) von 212 Füßen.

III. mit der Lupe präparierte Füße ausgewachsener Tiere 12 Stück, also insgesamt 274 Stück.

Sämtliche Zeichnungen sind von Herrn August Vierling, dem

[1] Die Houdans kommen unter der Bezeichnung »Wanzenauer Hühner« in Straßburg auf den Markt und fielen dort wegen ihrer Hyperdactylie Pfitzner auf, welcher sie in einer Arbeit beschrieb. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen von Herrn Prof. G. Schwalbe erfuhr Herr Prof. Braus die Bezugsquelle. Die dortigen Züchter halten ihre Houdanhühner für rasseecht.

Präparator unsres Instituts, mit großer Kunst und großem Verständnis angefertigt. Die Rekonstruktionen sind nach der graphischen Methode von Katschenko von mir in der Skizze ausgeführt und von Herrn Vierling definitiv entworfen worden. Die Originalrekonstruktionen für die Fig. 5 und 6 Taf. XII und Fig. 12 Taf. XIII hatte Herr Prof. Braus die große Liebenswürdigkeit, für mich zu zeichnen, desgleichen eine der Fig. 5 Taf. XII entsprechende, nicht reproduzierte Rekonstruktion.

Es sei noch erwähnt, daß in der Münchener Medizinischen Wochenschrift (Nr. 8, 25. Februar 1908) ein Aufsatz von Herrn Prof. Braus (Entwicklungsgeschichtliche Analyse der Hyperdactylie, S. 386) erschienen ist, in dem die Ergebnisse der hier vorliegenden Untersuchungen in kurzer und übersichtlicher Form mitgeteilt wurden.

II. Kurze Besprechung der Spezialliteratur.

86. Cowper untersuchte und beschreibt vier Exemplare von Dorkinghühnern. Er vertritt die Ansicht, die überzählige Zehe entspreche dem Hallux, es sei also die Hyperdactylie als Atavismus anzusprechen. Gegründet ist seine Anschauung auf die unrichtige Annahme, im gewöhnlichen Hühnerfuß sei die erste innere und nicht die fünfte äußere Zehe rudimentär.

89. In einer zweiten Arbeit beschreibt Cowper einen sechszehigen, ausgewachsenen Hühnerfuß. Bezüglich der fünften Zehe beharrt er bei seiner alten Anschauung (die überzählige Zehe sei die erste), die sechste hingegen erklärt er nicht mit Bestimmtheit für atavistisch: »Whether the inner most digit represents another lost digit viz., the »prehallux«, I am not at present prepared to say.«

92. Weiterhin liegt ein Aufsatz von Howes und Hill vor. Die Autoren besprechen das Fußskelet von zwei ausgewachsenen Dorkinghühnern und ziehen auch die Befunde Cowpers in Betracht. Sie vertreten die Meinung, daß kein Atavismus vorliegt, sondern eine Längsspaltung oder seitliche Aussprossung des hallux.

94. Grönberg verfügte ebenfalls nur über ein kleines Material, das er teils mikroskopisch, teils makroskopisch verarbeitet hat. Er registriert seine Befunde (auch das Verhalten der Muskeln) genau, enthält sich aber eines endgültigen Urteils. Für ihn

besteht die Möglichkeit einer eigentlich totalen Verdoppelung des Fußes, von welcher aber zufällig bis jetzt nur Fälle mit relativ geringen Resten des spiegelbildlichen zweiten Fußes gefunden seien. Dieser Gedanke wird bei ihm angeregt durch einen Vergleich der von Cowper abgebildeten sechszehigen Form mit Befunden, die Boas (83) bei andern Tieren gemacht hat.

99. Anthony hat ein reiches Material von ausgewachsenen Tieren untersucht. Auch zwei interessante Abbildungen von sechszehigen Füßen finden sich bei ihm. Er entscheidet sich sehr kategorisch zugunsten einer Mißbildung (Spaltung) und verwirft die Annahme, es könne das Wiedererscheinen eines Prähallux vorliegen. Er legt seinen Ausführungen ein kleines Schema zugrunde, in dem er drei Grade der Spaltung annimmt und danach klassifiziert.

I. Grad, wenn nur die distale Phalanx gespalten ist.
II. Grad, wenn beide Phalangen gespalten sind.
III. Grad, wenn auch der Metatarsus gespalten ist.

99. Dei sieht (nach Ghigi) die innerste Zehe, die von den übrigen Autoren für die überzählige gehalten wird, als die fünfte an, die von der äußeren fibularen Seite nach der tibialen gerückt sein soll. Er tritt also für Atavismus ein, der aber nicht mit dem von Cowper identisch ist

01. Neuere mir bekannt gewordene Arbeiten stammen aus der Feder des Italieners Ghigi. Ghigi hat sowohl ausgewachsene Tiere (auch zwei sechszehige Füße) als auch besonders Embryonen untersucht. Seiner Meinung nach liegt Atavismus vor, aber wiederum eine andere Art. Es soll sich um eine erblich fixierte teratologische Entwicklung eines rudimentären Organs (praehallux) handeln, es werden nach ihm getrennte Metatarsalia angelegt, die später zur Verwachsung kommen.

04. Inhelder beschreibt einen Fall von Hyperdactylie beim Haushuhn, er äußert aber keine feste Ansicht, glaubt nur, daß ein Versuch, die Hyperdactylie atavistisch zu erklären, mehr Aussicht auf Erfolg habe als die Annahme einer Spaltung.

Die Resultate zusammenfassend läßt sich sagen:
Ein Autor denkt an eine essentielle totale Verdoppelung des ganzen Fußes,

zwei an Spaltung einer einzelnen Zehe, bzw. an Aussprossung, vier an Atavismus, wobei aber von allen vieren ein verschieden gearteter Atavus vorausgesetzt wird.

III. Das Skeletsystem.

A. Der typische vierzehige Vogelfuß.

Lange Zeit hat bezüglich der morphologischen Zusammensetzung des Vogelfußes Unklarheit geherrscht. Erst durch die klassischen, auf vergleichend-morphologischer Basis beruhenden Untersuchungen Gegenbaurs (63) wurde das richtige Verständnis der obwaltenden Verhältnisse gewonnen.

Gegenbaur gebührt das Verdienst, gezeigt zu haben, wie der später zu besprechende Laufknochen sich embryonal entwickelt. Er hat aus der Ontogenese das eigenartige Gelenk als Intertarsalgelenk erkannt und auf Grund seiner vergleichenden Studien mit Bestimmtheit erklärt, die im Vogelfuß vorliegende Reduktion von fünf auf vier Zehen müsse durch Verlust der äußeren fünften Zehe erfolgt sein.

Die Richtigkeit dieser Behauptung wurde später dadurch außer allen Zweifel gesetzt, daß A. Rosenberg (73) mikroskopisch das Rudiment der fünften Zehe da nachwies, wo Gegenbaur (64) es vermutet und eigentlich wohl auch gesehen hatte; denn anders kann ich folgende Stelle nicht verstehen: »Vom Tarsus bemerkt man nur ein ansehnliches Stück indifferenter Gewebsmasse, welche nach außen zu eine rundliche, jedoch nicht scharf abgegrenzte, aus Knorpel bestehende Stelle besitzt.« Dem scharfen Auge Gegenbaurs ist also das Knorpelchen nicht entgangen, wie man immer liest, er hat es wohl wahrgenommen, da es aber im Vergleich zu den übrigen Metatarsalia merkwürdig weit seitlich liegt, und er keine Schnittserien untersuchte, nicht als das gedeutet, was es in der Tat ist.

Ich versage es mir, auf die verschiedenen Anschauungen der früheren Zeiten bezüglich des Vogelfußes einzugehen, man findet eine ausführliche Zusammenstellung in Meckels (25) »System«, und wende mich sofort zur Besprechung einzelner Bestandteile des ausgewachsenen Vogelfußes und dann zu deren Entwicklung.

Von den ursprünglichen Teilen des Wirbeltierfußes: Tarsus, Metatarsus und Zehen ist im Vogelfuß die distale Reihe der Tarsalia mit den Metatarsalia zu dem Laufknochen verwachsen, deshalb auch

Tarso-Metatarsus genannt. Die proximale Tarsalreihe ist mit der Tibia vereinigt (Tarso-Tibiale, Tibio-Tarsus).

Ich spreche daher beim eigentlichen Fuß einfach von zwei Teilen: dem Laufknochen und den Zehen.

Der Laufknochen liegt zwischen dem Unterschenkel und den Zehen, seine Größe wechselt bei den einzelnen Vogelarten, seine Form ist in manchem Detail, wie die aller Knochen, durch die Ansatzstellen der Muskeln bedingt. Er besitzt [ich entlehne diese Schilderung Gadow (91)] zwei Leisten, zwischen denen eine hintere Rinne, in der die Sehnen der Flexoren der Zehen eingebettet sind, liegt. Das distale Ende des Laufknochens trägt nach vorn und unten drei Fortsätze mit rollen- und rinnenförmigen Gelenkflächen, auf denen die ersten Glieder der drei letzten Zehen articulieren. Nach hinten und innen liegt am Mt. II das kurze Mt. I. Auf diesem Mittelfußknochen sitzt der Daumen.

Es sind vier Zehen vorhanden; die innerste ist, wie seit Gegenbaur (63) und A. Rosenberg (73) allgemein anerkannt ist, die erste Zehe. Die äußerste Zehe ist dementsprechend die vierte. Die Zehen 2, 3, 4 sind nach vorn gerichtet, Zehe 1 nach rückwärts und innen.

Für die Phalangenzahl besteht die Formel 2, 3, 4, 5, d. h. Zehe I besitzt zwei Phalangen, Zehe II drei usw.

In seltenen Fällen sind Ausnahmen beobachtet, so daß z. B. die IV. Zehe nur 4 Phalangen besitzt oder auch sechs, wie Anthony (99) berichtet.

Ich möchte nun die typische embryonale Anlage des vierzehigen Fußes kurz besprechen und dabei besonderen Wert legen auf eine tabellarische Einteilung. Es wird diese die Grundlage für die Gruppierung der Entwicklungsstadien hyperdactyler Füße in den folgenden Kapiteln bilden; deshalb sollen auch von vornherein die Stadien, welche im folgenden unterschieden werden, so gegeneinander begrenzt werden, daß die für die Entwicklung des hyperdactylen Fußes wichtigen Etappen möglichst scharf präzisiert werden, daß dagegen alle unwichtigeren (jüngere und ältere) Phasen in nicht weiter gegliederte große Gruppen vereinigt werden.

Da, wie allgemein beobachtet, die genaue Angabe der Brutdauer nach Tag und Stunde infolge der ungleichmäßigen Entwicklung besonders gerade in den ersten Tagen keine exakte Vorstellung von dem Grad der erreichten Ausbildung vermittelt, habe ich meinem Schema als Einteilungsprinzip weniger die Brutzeit als vielmehr den

tatsächlich erreichten Entwicklungsgrad der Extremität selbst zugrunde gelegt. Das Schema umfaßt fünf aufeinanderfolgende Stadien (A, B, C, D, E). Die folgende Besprechung und die am Ende des Kapitels beigefügte Tabelle geben alle in Betracht kommenden Beobachtungen wieder.

In der Tabelle will ich den Gang der Entwicklung dadurch zum Ausdruck bringen, daß ich gleichzeitig auftretende Strukturen in dieselbe Horizontallinie setze, dagegen alle zeitlich später auftretenden Gebilde immer je eine Reihe tiefer eintrage. Bei allen in späteren Kapiteln folgenden Zeitangaben über das Alter der Embryonen werde ich mich auf dieses Schema berufen.

Stadium A (Fig. 10 Taf. XIII[1]) gibt die Schlußphase dieses Stadiums wieder). 5. Bruttag, eventuell bis zum Beginn des 6.

In diesem Stadium sind alle Stadien bis unmittelbar vor dem Auftreten eines knorpeligen Kerns im Mt. I vereinigt.

Eine genaue Beschreibung der betreffenden Vorgänge verdanken wir Baur (83, S. 421—429).

Bei unserm Objekt ließ sich ermitteln, daß am Anfang des fünften Bruttags bereits Knorpelkerne für Femur, Tibia und Fibula vorhanden sind. Das distale Skelet der Fußplatte ist anfangs noch rein vorknorpelig. Der Kontur der Fußplatte ist glatt und ohne Andeutung von Zehen, obwohl im Innern vorknorpelige Strahlen für Zehe III und IV deutlich differenziert und für Zehe II leicht angedeutet sind.

Noch an demselben Bruttag pflegen weiter distal gelegene Knorpelcentren aufzutreten, und zwar ziemlich gleichzeitig ein isoliertes Fibulare und Knorpelcentren für Mt. III und IV. Die Zahl der vorknorpeligen Strahlen ist auf vier gestiegen, und zwar besteht außer den schon früher vorhandenen für Zehe III, IV und II ein kleiner vorknorpeliger Strahl, welcher der V. Zehe entspricht. An Stelle der I. Zehe ist nur eine ganz geringfügige Vorwölbung der Vorknorpelplatte erkennbar.

Ein wenig später ist im Tarsus alles unverändert, im Metatarsus aber ist ein Knorpelkern für das Mt. II aufgetreten. Abermals ein wenig später (meist auch noch am fünften Bruttage) ist im Tarsus außer dem Fibulare der Knorpelkern eines einheitlichen distalen Tarsale hinzugekommen.

[1] Die Tafelfigur zeigt einen sechszehigen Fuß, der aber die zu schildernden Verhältnisse des typischen Fußes ebenfalls erkennen läßt.

Am Schluß unsres Stadiums A ist im Tarsus zu den bereits vorhandenen Knorpelcentren des Fibulare und des distalen Tarsale noch ein isoliertes Knorpelcentrum für das Tibiale zu bemerken. Im Metatarsus ist außer den Centren für Mt. II, III und IV noch ein kleines rundliches Mt. V zu beobachten[1].

Für den I. Strahl besteht jetzt eine kleine vorknorpelige Säule ohne Knorpelcentrum. Am Ende dieses Stadiums sind bereits separate Knorpelcentren für einzelne Phalangen angelegt, und zwar je eines für die Grundphalanx der III und IV. Zehe. Es scheint, daß dieselben gleichzeitig sichtbar werden. Wenigstens fand ich nie eines von denselben allein. Nach Gegenbaur tritt die III. vor der IV. Zehe auf.

Am Ende des Stadiums A beginnt der Kontur des Fußes geringe Andeutungen von Einbuchtungen entsprechend den Zehen I bis IV aufzuweisen.

Es kommt nicht selten zur Beobachtung, daß am Ende dieses, oder zu Beginn des folgenden Stadiums ein knorpeliger Zusammenhang zwischen dem Fibulare und der Fibula existiert (Taf. XIII Fig. 10), oder sogar eine knorpelige Kontinuität zwischen Fibulare, Fibula und Femur. Auf Serien ist dabei regelmäßig an der Stellung der Kerne die Grenze zwischen den einzelnen Bestandteilen kenntlich. Wahrscheinlich handelt es sich um ein vorübergehendes Zusammenfließen ursprünglich diskreter Anlagen, die in der Folgezeit sich auch wieder voneinander trennen und sich dann selbständig verhalten.

Das Fibulare verbindet sich in späteren Stadien definitiv mit der Tibia. Die Fibula wird zwar stark rudimentär, bleibt aber selbständig, auch gegenüber dem Femur.

Stadium B (Taf. XII Fig. 1). 6. Bruttag und einige Stunden.

Dieses Stadium beginnt mit dem Auftreten des ersten Knorpelkerns im Mt. I und schließt, ehe weitere Knorpelcentren auftreten. Knorpelcentren für Phalangen der I. und II. Zehe fehlen noch. Bei Zehe III und IV existieren nur die bereits erwähnten knorpeligen Anlagen der Grundphalangen.

Stadium C (Taf. XII Fig. 5). Ende des 7. Bruttages.

Im Stadium C tritt eine größere Anzahl der Phalangen auf.

[1] Eigentümlicherweise ist Mt. V nicht immer in Aufhellungspräparaten wahrnehmbar, auch wenn ein Knorpelkern in demselben vorhanden ist; verwendet man nämlich ein derartiges Objekt, in dem sich Mt. V nicht gefärbt hat, zu einer Schnittserie, dann erscheint in dieser seine knorpelige Anlage ganz deutlich.

Zunächst gewahrt man die Grundphalanx in Zehe I, dann folgt in Zehe IV die 2. Phalanx, etwas später die 2. Phalanx in Zehe III, schließlich erhält Zehe II die Grundphalanx.

Im Anfang dieses Stadiums beginnt an der Diaphyse der Tibia ein dünner perichondraler Knochenmantel aufzutreten, am Ende desselben ist bereits ein solcher am Mt. IV vorhanden.

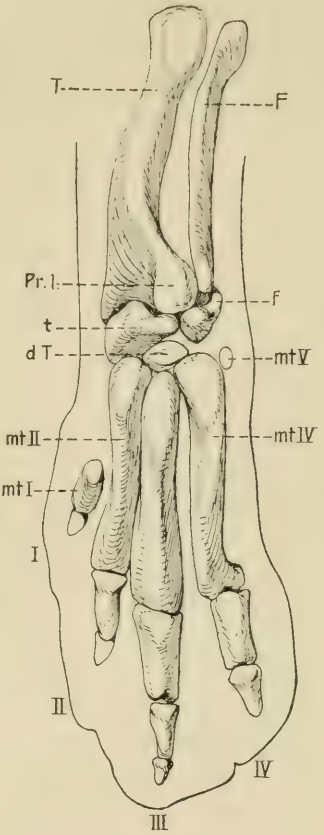
Stadium D (Textfig. 1). Brutzeit 8. Tag.

Es folgen weitere Knorpelkerne in den Zehen, und zwar in den meisten Fällen die 3. Phalanx der IV. Zehe und darauf die 3. Phalanx der III. Zehe. Es kann aber auch gelegentlich das Umgekehrte der Fall sein (Textfig. 1). Auf diese beiden Phalangen folgt die zweite Phalanx der II. Zehe.

In der ersten Zehe ist außer der Grundphalanx nichts von Knorpel vorhanden.

In diesem Stadium beginnen die Tarsalia untereinander zu verschmelzen, und zwar das Fibulare mit dem Tibiale und der Tibia auf der einen Seite und die Basen der Mt. II, III, IV sowohl untereinander als auch mit dem distalen Tarsale auf der andern Seite.

Fig. 1.



O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 20/1. Rekonstruktion der ventralen Seite eines rechten Houdanfußes. Der Kontur ist schematisch nach der Photographie eingetragen. Spiegelbildliche Reproduktion Stadium D; es sind also laut Schema die 3. Phalangen für Zehe IV und III und die 2. für Zehe II vorhanden. Für diese und alle übrigen Textfiguren sei auf das Verzeichnis der gebrauchten Abkürzungen am Schluß der Arbeit verwiesen.

Die Tibia hat sich mit einem Fortsatz (Textfig. 1 *Pr.l*) bis zur Berührung mit dem Fibulare ausgedehnt. Gelegentlich können während dieses Verschmelzungsprozesses Centren sichtbar werden, die sich wohl gegen ihre Umgebung abgrenzen lassen. In zwei Fällen sah ich z. B. zwischen dem Fibulare und dem Tibiale ein dem Intermedium ähnliches Knorpelstück. Da dasselbe aber nicht die typische Lage zwischen Tibia und Fibula besitzt, sondern zwi-

schen den beiden Fortsätzen der Tibia liegt, ist es wohl kaum mit dem Intermedium zu identifizieren.

Außer der Tibia und dem Mt. IV (siehe voriges Stadium) haben die Fibula und die Mt. III und II perichondrale Knochenhüllen an ihren Diaphysen, und zwar treten dieselben in der genannten Reihenfolge auf.

Die Fibula beginnt jetzt allmählich an ihrem distalen Ende in ihrem Wachstum zurückzubleiben.

Nach und nach werden die Umrisse der einzelnen Zehen gleichsam herausmodelliert aus der ursprünglich gleichförmigen Fußplatte, indem die die späteren Interstitien ausfüllende Gewebsmasse sich schwimmhautartig verdünnt.

Stadium E (Taf. XIII Fig. 17). Anfangsphase bis zur Mitte des 9. Bruttages.

Der Anfang dieses Stadiums ist ausgezeichnet durch das Auftreten der 2. Phalanx der I. Zehe, kurz darauf folgt der Knorpelkern für die 4. Phalanx der IV. Zehe. Darauf erscheint die 4. Phalanx der III. Zehe. Die 3. Phalanx der II. Zehe ist entweder zeitlich die letzte der genannten, oder es kann auch eine andre Reihenfolge der schnell nacheinander auftretenden Knorpelcentren platzgreifen und die 3. Phalanx der II. Zehe vor der 4. Phalanx der III. Zehe auftauchen. Jedenfalls ist die 5. Phalanx der IV. Zehe die letzte in der Reihenfolge der Knorpelanlagen.

Alle Knorpelkerne, die bisher erwähnt wurden, legen sich wie bei allen übrigen Wirbeltieren isoliert innerhalb eines einheitlichen prochondralen Blastems an, was sich leicht aus Taf. XIII Fig. 17 erkennen läßt.

Nach dieser Anfangsphase des Stadiums E möchte ich keine weiteren Stadien mehr im Detail unterscheiden, sondern alle folgenden Entwicklungsphasen ohne besondere Abgrenzung unter E subsumieren, da die für die vorliegende Frage wichtigsten Entwicklungsetappen der hyperdactylen Füße in dieser Zeit ihren Abschluß gefunden haben.

Es verbindet sich in der Folgezeit der Knorpel des Mt. V mit dem bereits zur Anlage des Laufknochens verschmolzenen Mt. II bis IV.

Die Fibula bleibt immer weiter im Wachstum zurück oder bewirkt, falls gelegentlich ihr Zusammenhang mit dem Fibulare erhalten bleibt, eine völlige Verkrümmung des Unterschenkels, da dann die Tibia infolge ihrer größeren Länge sich bogenförmig (und zwar mit der Konvexität medialwärts) wölbt.

Stadium	Ungefähre Brutzeit	Vorknorpelstrahlen: Metatarsalia	Vorknorpelstrahlen: Phalangenstrahl	Knorpelcentren: Femur	Tibia	Fibula	Tibiale	Fibulare	Distales Tarsale	Metatarsalia	Phalangen	Äußere Form
A.	5. Tag	Sämtlich vorhanden	III. IV. II. V. I.	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	III. IV II V	III^1 IV^1	Anfänglich glattrandige Fußplatte; am Ende des Stadiums geringe Einbuchtungen, entsprechend den Zehen I—IV.
B.	6. Tag und einige Stunden			vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	I		Im wesentlichen unverändert.
C.	7. Tag			vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	I	I^1 IV^2 III^2 II^1	Der Kontur zeigt deutliches Hervortreten der Fingervorwölbungen, besonders der III. Zehe.
D.	8. Tag									I	IV^3 III^3 II^2	
E.	9. Tag			vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	I	I^2 IV^4 III^4 II^3 IV^5	

Das Mt. I ist gegenüber den andern Metatarsalia ein Rudiment, welchem von Beginn der Verknorpelung an die proximale Partie, die an den Tarsus angrenzt, fehlt, es bleibt stets auf den distalen Teil des Laufknochens beschränkt.

B. Die hyperdactylen Füße.

1. Der fünfzehige Fuß.

a. Beschreibung des ausgebildeten Fußes.

Am Laufknochen interessiert uns hier nur der zu der Doppelbildung gehörende Teil desselben. Aus Gründen, die sich später aus der Entwicklung ergeben werden, bezeichne ich von den beiden innersten Zehen die fibulare Zehe als die Großzehe I und die tibiale

Fig. 2.

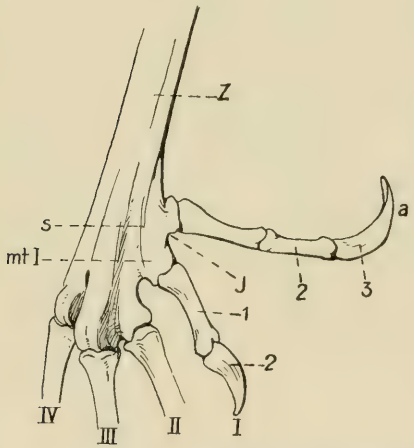


Fig. 3.

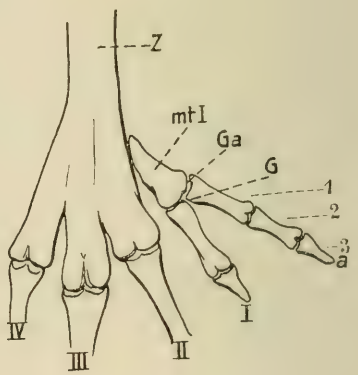


Fig. 2. O.-Vergr. Natürliche Größe. D.-Vergr. 3/4.
Zeichnung eines Teiles des Skelets eines rechten Houdanfußes. Ansicht der dorsalen Seite Stadium E. Ausgewachsenes Tier. Die Zehen II, III, IV teilweise gezeichnet. Metatarsale I (*Mt.I*) mit dem Laufknochen (*L*) fest verwachsen. Der Sulcus *s* bezeichnet die Verwachsungsstelle.

Fig. 3. O.-Vergr. Natürliche Größe. D.-Vergr. 3/4.
Zeichnung eines Teiles des Skelets eines rechten Houdanfußes (junges aber ausgewachsenes Tier). Ansicht der dorsalen Seite Stadium E. Kopie nach Cowper, 89.

als die accessorische Zehe *a*. Bedeutungsvoll ist hauptsächlich, ob Zehe I und *a* ein gemeinsames oder getrennte Metatarsalia besitzen.

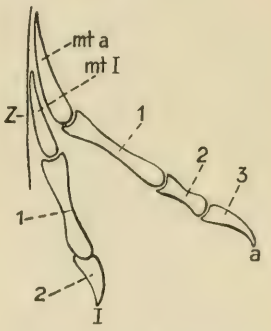
Textfig. 2, 3 und 4 veranschaulichen die Verhältnisse, die ich bei meinen Präparaten fand.

Textfig. 3 ist nach Cowper (56) kopiert, ich hatte achtmal denselben Befund und kann also die Beobachtung Cowpers bestätigen.

Man sieht ein Metatarsale für beide Zehen, das dem Laufknochen ganz lose aufsitzt oder auch leicht knöchern mit ihm verbunden ist. Sein proximales Ende ist zugespitzt, das distale trägt zwei ziemlich eng nebeneinanderliegende Gelenkflächen (*G*, *Ga*).

In Textfig. 2 ist das Metatarsale fest mit dem Laufknochen verwachsen, ein leichter Sulcus (*s*) deutet noch auf die Verwachsungsstelle hin. Das proximale Ende ist ebenfalls spitz, das distale trägt auch die beiden Gelenkflächen, die aber in diesem Falle durch einen ziemlich tiefen Einschnitt (*J*) getrennt sind. Dreimal fand ich dieses Verhalten.

Fig. 4.



O.-Vergr. Natürl. Gr. D.-Vergr. 3/4. Zeichnung des Skelets zweier Zehen (*I* und *a*) nebst den zugehörigen Metatarsalia (*Mt.I* und *Mt.a*) Stadium E. Ausgewachsenes Tier. Kopie nach Anthony, 99. Bemerkenswert ist die vollständige Trennung der Metatarsalia.

Fig. 4 ist eine Kopie nach Anthony (99). Die hier dargestellten Verhältnisse sollen nach seinen Untersuchungen häufig sein (auch Delplanque [69] beschreibt sie), ich habe nur einen einzigen derartigen Fall beobachtet. Das Wesentliche dabei sind die zwei völlig getrennten Metatarsalia. Bei meinem Exemplar war Mt. *a* bereits mit dem Laufknochen knöchern verbunden, während Mt. I ihm beweglich aufsaß.

Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, daß der Schwerpunkt meiner Untersuchung auf dem Studium der Embryonen beruht, während ausgewachsene Tiere von Anthony (99) in viel größerer Zahl präpariert und studiert wurden. Wir haben selbst nur 12 Fälle untersucht.

Nach dem Laufknochen bleiben uns noch die Zehen zur Besprechung.

In der Mehrzahl der Fälle ist die Phalangenformel von Zehe a beginnend und mit Zehe IV endigend 3, 2, 3, 4, 5. Da 2, 3, 4, 5 die Formel für den normalen vierzehigen Fuß ist, nehmen alle Autoren an, daß die proximalste innere, mit drei Phalangen versehene Zehe die überzählige sei. Es wird sich aber zeigen, daß die Phalangenzahl keineswegs so konstant ist, um diesen Schluß zu rechtfertigen. Ebensowenig darf angenommen werden, wie Inhelder (04) das tut, die ungleiche Phalangenzahl spreche gegen die Annahme, daß wir in den beiden Zehen die Spaltungsprodukte einer gemeinsamen Anlage vor uns haben.

b. Beschreibung der Entwicklung.

a. Die Frühstadien der hyperdactylen Anlage.

Stadium A.

Bei der Bildung der vorknorpeligen Anlage des accessorischen Strahles lassen sich keine sicheren Abweichungen von denjenigen Prozessen unterscheiden, welche für die Anlage von Zehen überhaupt charakteristisch sind.

Es entsteht höchstwahrscheinlich der vorknorpelige accessorische Strahl etwas später als der typische erste. Es kann dies aus solchen Bildern mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, in denen I ziemlich entwickelt und der accessorische Strahl zwar vorhanden ist, aber nur eine kleine Vorwölbung der Vorknorpelplatte darstellt, ohne daß Knorpelkerne vorhanden wären. Alle Fälle, wo I vorhanden ist und der accessorische Strahl fehlt, sind deshalb unsicher, weil die Hyperdactylie in meinem Material nicht konstant ist.

Ich habe, um den Prozentsatz nicht hyperdactyler Füße in meinem Material zu bestimmen, mit der Aufhellungsmethode 183 Füßchen von Embryonen aus den Stadien C—E untersucht, in welchen eine Verwechselung mit hyperdactylen Füßen nicht möglich ist. Es fanden sich 50 Exemplare darunter, also mehr als 25%. Man kann deshalb nie wissen, ob in den Fällen, wo die erste Knorpelanlage für I sichtbar ist, eine solche für *a* aber fehlt, überhaupt letztere entstehen würde.

Während des Stadiums A ist der accessorische Strahl nichts anderes als ein kleiner Vorsprung, sein weiteres Auswachsen erfolgt erst im Stadium B. Eine solche Entwicklung wäre auch zu erwarten, wenn der accessorische Strahl den typischen Strahlen koordiniert wäre, denn auch der typische Strahl I folgt in derselben Weise den ihm in der Entwicklung vorangehenden Strahlen III, IV und II.

Es ist nicht unwichtig für unsre Frage, daß bei den hyperdactylen Füßen die Anlage des Mt. V genau so wie bei typischen Füßen erfolgt. Es kann also die Anlage, da sie gleichzeitig mit der für die accessorische Zehe existiert, unmöglich irgendeine Beziehung zu letzterer haben. Solche Beziehungen sind aber neuerdings von Dei (99) und Inhelder (04) behauptet worden, welche annehmen, daß der accessorische Strahl die V. Zehe sei, welche durch eine nachträgliche Verschiebung vom fibularen an den tibialen Fußrand gelangt wäre. Ich will hier gleich hinzufügen, daß bei

den hyperdactylen Füßen geradeso wie bei den typischen in späteren Stadien die Anlage des Mt. V mit dem Tarso-Metatarsus verschmilzt und in ihm aufgeht.

Stadium B.

Der Knorpelkern für das Mt. I legt sich genau so an, wie wenn keine Hyperdactylie vorhanden wäre, obgleich aus dem Vorhandensein des vorknorpeligen Strahls *a* ihre Existenz bewiesen ist.

In Aufhellungspräparaten (4 Fällen) erkennt man sehr deutlich, daß der Knorpelkern an der Basis des typischen Strahles I liegt. Diese Beobachtung wurde kontrolliert und weiterhin bestätigt durch sechs Serien des betreffenden Stadiums. Das in Taf. XII Fig. 1 abgebildete Individuum wurde doppelt untersucht, zuerst wurde das Füßchen aufgehellt und dann in Serienschnitte zerlegt.

In zwei weiteren Fällen (Schnittserien) zeigte sich, daß dieser Knorpelkern sich nach der Richtung des accessorischen Strahls einfach verbreitert hat, so daß er nicht nur an der Basis von I, sondern auch von *a* liegt; zugleich hat sich ein kleiner Vorsprung in I und ein andrer in *a* distal vorgeschoben.

Schwieriger zu beurteilen sind die Fälle, bei denen der Vorknorpelstrahl *a* von I etwas weiter entfernt liegt. In Fig. 3 Taf. XII sieht man, daß auch hier eine kontinuierliche Verbindung zwischen dem Knorpelkern der Zehe I und demjenigen der accessorischen Zehe besteht. Allerdings ist die Verbindungsbrücke dünn und in der Serie nur auf einen einzigen Schnitt (Taf. XII Fig. 2) beschränkt. Die Abbildung beweist, daß die Brücke aus jungem hyalinen Knorpel besteht, der nach beiden Seiten völlig kontinuierlich mit dem in Zehe I und *a* liegenden Knorpelteilchen zusammenhängt und sich nicht von ihnen seiner Struktur nach unterscheidet. Daß aber auf dem Weg dieser Brücke sich die accessorische Zehe von Zehe I aus entwickelt, also gleichsam aus I hervorsproßt, geht schon aus der ganzen Lage des in *a* liegenden Knorpelfortsatzes zu Mt. I hervor. Wäre er ein ursprünglich selbständiger Metatarsus, so müßte er weit reiner längs oder parallel zu Mt. I situiert sein und nicht senkrecht, wie es hier der Fall ist. Ferner besitze ich Präparate, welche Übergänge zwischen dem Bilde der Fig. 1 und Fig. 3 Taf. XII vorstellen. Es wurde schon erwähnt, daß eine einfache Verdickung der ersten Knorpelanlage nach der Seite der Zehe *a* zu in zwei Fällen beobachtet wurde. In einem andern Fall (Serie) ist das Knorpelplättchen etwa so breit wie in dem in Fig. 3 Taf. XII abgebildeten Fall, aber

nicht in der Mitte verdünnt und verjüngt. Es ist auch wichtig für diesen Punkt, daß in einer der bereits erwähnten Serien, in welcher ein hyaliner Knorpelkern nur an der Basis von Zehe I zu sehen ist, eine feine, streifenförmige, von Knorpelhyalin [1] gebildete Aufhellung von I aus sich in *a* hinein erstreckt, ohne daß in *a* selbst eine Knorpelanlage sichtbar wäre.

An die Seite der 14 bisher beschriebenen Fälle tritt ein einziger, bei dem zwei völlig getrennte Knorpelkerne, je einer an der Basis von Zehe I und *a*, vorhanden sind (Fig. 4 Taf. XII). Das betreffende Füßchen gehörte demselben Tier an wie das in Taf. XII Fig. 3 abgebildete. Es ist deshalb am wahrscheinlichsten — obgleich ja die Vorstadien der Entwicklung dieses Füßchens nicht direkt bekannt sind —, daß in diesem Falle die dünne in Fig. 3 vorhandene Brücke sich löste. Es geht dies auch aus dem in Fig. 4 Taf. XII abgebildeten Präparat selbst hervor. Denn der Vorknorpel zeigt an der Stelle, wo in dem Füßchen der andern Körperseite die Brücke besteht, eine tiefe, von der Dorsalseite in ihn eindringende Rinne. Diese ist anfänglich in der gleichmäßig dicken Vorknorpelplatte nicht vorhanden, kann also nur nachträglich entstanden sein, und zwar der ganzen Topographie nach im Zusammenhang mit der Lostrennung des Knorpelkernes *Mt.a* von *Mt.I.*

In dem der Fig. 3 Taf. XII zugrunde liegenden Objekt ist dieselbe Rinne im Vorknorpel vorhanden (sie ist in der Figur nicht zu sehen, weil dieselbe die plantare Ansicht der Fußplatte gibt), sie ist nur nicht so tief wie in Fig. 4 Taf. XII, und im Zusammenhang damit besteht die hyaline Knorpelbrücke noch, allerdings nur, wie oben erwähnt wurde, in einem einzigen Schnitt. Sie ist also nur 10 μ dick. Bei der Betrachtung späterer Stadien finden sich sehr häufig derartige Trennungen, dieses aber ist die jüngste bekannte Durchschnürung.

Es wäre an sich denkbar, die hier beschriebenen Stadien in der umgekehrten Reihenfolge zu gruppieren und zu statuieren, daß zwar der Knorpelkern in I zuerst vorhanden wäre, daß aber etwas später, entsprechend dem typischen Gang der sonstigen Entwicklung der

[1] Leider glückte eine differentielle Färbung der Knorpelgrundsubstanz mit Thionin nach KALLIUS bei meinem Objekt nicht, obgleich es vorzüglich erhalten ist und sich mit Hämatoxylin-Eosin sehr distinkt färben ließ. Es war ein Zenkerpräparat, bei dem ich häufig die Erfahrung machte, daß die spezifische Knorpelfärbung mit Thionin versagte. Doch ist auch mit andern Färbungen die hyaline Grundsubstanz in meinem Präparate hinreichend deutlich.

Metatarsalia, die Verdichtung aufs neue an der Basis von *a* einsetzte, und nun ein einheitlicher Knorpel durch Aussenden von Fortsätzen und Aneinanderrücken der beiden Centren gebildet würde. Dagegen spricht außer den oben an den embryonalen Objekten selbst nachgewiesenen Tatsachen auch die Statistik. Fälle mit getrennten Knorpelkernen in I und *a* treten nämlich in den jungen Stadien, wo sie logischerweise doch dann am häufigsten gefunden werden müßten, sehr selten auf, während sie mit steigendem Alter immer häufiger werden. Anthony (99) bezeichnet diesen Zustand (getrennte Metatarsalia) bei ausgewachsenen Tieren als »très fréquent«. Läge eine Verwachsung ursprünglich getrennter Gebilde vor, so wäre doch just das Gegenteil zu erwarten.

Es werden also im Stadium B Fälle beobachtet, die gegen Concrescenz sprechen; die Aussprossung selbst wird noch klarer bei der Entwicklung des sechszehigen Fußes demonstriert werden können.

Ghigi (01 c), der allein genauere entwicklungsgeschichtliche Angaben gemacht hat, behauptet, in allen jungen Stadien seien getrennte Metatarsalia für I und *a* vorhanden. Das widerspricht durchaus meinen Erfahrungen. Vermutlich hat dem Autor, nach seinen Abbildungen zu urteilen, das entscheidende Stadium gar nicht vorgelegen, da sein jüngstes hier in Betracht kommendes Knorpelstadium (l. c. Fig. 3) mindestens meinem Stadium C oder gar D entspricht. Der Autor gibt allerdings auch an, daß Verbindungen zwischen den Knorpelanlagen der Metatarsalia für I und *a* von Anfang an bestehen (01 c): »Le estremitá distali dei metatarsali dell' alluce e del dito sopranumerario appariscono nelle sezioni centrali riunite da un ponte cellulare.« Dies sind also, wie es scheint, Reste der vorknorpeligen Anlage, durch welche alle Zehen zusammenhängen, oder Überbleibsel der Knorpelbrücke zwischen Mt. I und *a*. Die letztere selbst hat Ghigi nicht gesehen.

Stadium C.

Es kommt vor, daß das Mt. I nicht wesentlich weiter entwickelt ist als in Stadium B. Deshalb wurden die vier hier in Betracht kommenden Serien bei der Besprechung von Stadium B schon berücksichtigt.

In den 6 andern untersuchten Fällen (2 aufgehellte Präparate und 4 Serien) war nirgends eine Trennung zwischen den Metatarsalia vorhanden.

Von dem Stadium B unterscheiden sich dieselben dadurch, daß in

Zehe I ein selbständiger Knorpelkern für die Grundphalanx auftaucht.

Auch für Zehe *a* ist hier und da ein zweiter Knorpelkern sichtbar und zwar ein isolierter (Taf. XII Fig. 5). Dieser Befund wurde nicht nur übereinstimmend an zwei aufgehellten Präparaten gemacht, sondern auch bei einer graphischen Rekonstruktion nach einer Serie erhoben.

In einem andern Fall (Serie) ist nur die Grundphalanx von I ein isolierter Knorpelkern, während in *a* eine dünne knorpelige Verbindung zwischen den proximalen und distalen Knorpelstücken besteht. Wir werden in der weiteren Entwicklung noch sehen, daß solche Verbindungen zwischen den Knorpeln für die accessorische Zehe direkt charakteristisch sind, sich dagegen in der typischen ersten Zehe und allen übrigen Zehen niemals finden.

Sind I und *a* nicht so weit voneinander entfernt wie in dem abgebildeten Falle, dann ist die basale Knorpelplatte entsprechend kompakter und nicht hantelförmig gestaltet. Die lang ausgezogene Hantelform des Metatarsale in Fig. 5 Taf. XII scheint mir nur dadurch erklärbar, daß die beiden in *Homo*-Kontinuität (Gaupp) miteinander entstandenen Centren immer weiter voneinander abrücken. Wäre diese Annahme falsch, dann müßte ein sehr komplizierter Aussprossungsvorgang von beiden Centren aus vorausgesetzt werden, für welchen Prozeß in meinem bisher besprochenen Material (21 Objekte des Stadiums B und C) keinerlei Anhaltspunkt zu finden ist.

Stadium D.

Für dieses Stadium besitze ich 7 Exemplare (6 Serien und 1 Aufhellungspräparat). Es findet sich keine Spaltung der Mt. I und *a* darunter. Somit ergibt sich, daß ich unter den bisher erwähnten 28 Objekten nur in einem Fall eine Isolation der Knorpelkerne für Mt. I und *a* verzeichnen kann.

In zwei Fällen wird die Brücke zwischen den Kernen an der Basis von I und *a* dünner, während die Kerne selbst sich mehr in der Richtung der Längsachse der Zehen strecken.

In sechs Fällen ist der distale Knorpelkern in *a* isoliert vom Metatarsus, einmal hängt er mit demselben durch eine Knorpelbrücke zusammen. Es kann bereits in diesem Stadium eintreten, daß distal von dem ersten (a^1) isolierten Knorpelkern von *a* ein zweiter auftritt (a^2).

Stadium E.

An dieser Stelle soll nur das, was der frühesten Phase dieses Stadiums gemeinsam ist, einer Betrachtung unterzogen werden. Da das Stadium selbst sich bis zum ausgewachsenen Tier erstreckt, soll für die späteren Phasen in den folgenden Abschnitten alles bestimmten Gruppen Gemeinsame gesondert besprochen werden.

Etwa gleichzeitig mit dem Auftreten der 2. Phalanx in I und einem entsprechenden Knorpelstück in *a* findet sich der Metatarsus häufig in zwei Stücke gespalten, von welchen das zu I gehörige größer zu sein pflegt als das zu *a* gehörige (Taf. XII Fig. 7 und Taf. XIII Fig. 17).

Außer in den beiden abgebildeten Exemplaren liegt derselbe Befund noch in zwei Serien vor. In einer derselben war der Spalt auffallend eng und nur durch eine schmale Schicht von Mesodermzellen gefüllt. Stets stehen die beiden getrennten Knorpelcentren noch durch eine dünne Platte des Vorknorpelgewebes der ursprünglichen Fußplatte in Zusammenhang, doch hat sich der Teil, in welchem sich die beiden Zehen I und *a* gebildet haben, von dem übrigen Fuß separiert. In Taf. XII Fig. 7 ist die Stelle, an der die zum Mt. II parallel verlaufende ursprüngliche Lage des vorknorpeligen Strahles noch sichtbar ist, mit einem Sternchen (*) bezeichnet.

Den vier Fällen mit geteiltem Metatarsale stehen sechs andre (4 Serien und 2 Aufhellungspräparate) gegenüber, in welchen das Metatarsale noch völlig einheitlich ist (Taf. XII Fig. 9).

β. Zahl der Phalangen von Zehe I und Zehe *a*. Verschiebungen von Metatarsale *a*.

Außerordentlich häufig findet sich für Zehe I und Zehe *a* die Phalangenformel 2 und 3. Es gibt aber auch zahlreiche Abweichungen hiervon, die vornehmlich die accessorische Zehe betreffen.

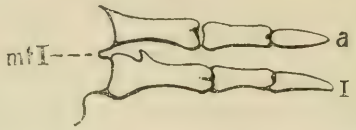
Unter meinem Material befand sich kein Objekt, das in Zehe I eine Anlage für weitere Phalangen über die typische Zahl zwei hinaus gezeigt hätte. Ebensowenig haben hier Delplanque (69) und Anthony (99) eine Vermehrung konstatiert. Dagegen Howes und Hill (91) bilden einen derartigen Fall beim Dorkinghuhn ab, den ich kopiere (Textfig. 5). Im allgemeinen muß eine große Konstanz verzeichnet werden. Auf Rückbildungen, also Verminderungen der typischen Zweizahl wird später noch besonders einzugehen sein.

Anders liegen die Verhältnisse bei der accessorischen Zehe, die die variabelsten Bildungen aufweist, freilich handelt es sich zumeist

um starke Reductionszustände, die später eine gesonderte Besprechung finden.

Eine Vermehrung über die Vierzahl hinaus wurde meines Wissens freilich auch nie beobachtet. Vier Phalangen haben schon

Fig. 5.

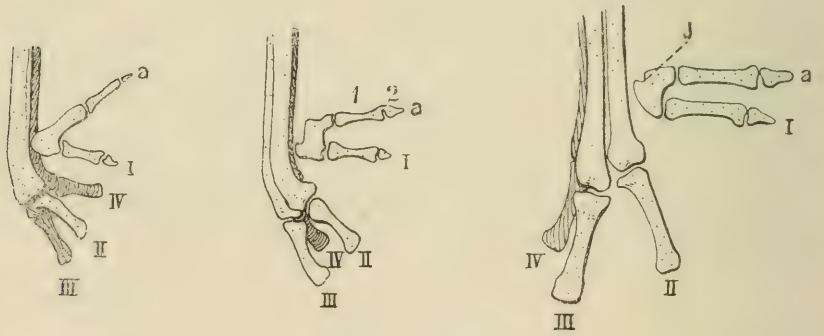


Natürl. Gr. Zeichnung von Zehe I und *a* eines Dorkingfußes. Erwachsenes Tier. (Kopie nach Howes und Hill, 91.)

Delplanque (69) und Anthony (99) nachgewiesen. Zwei Phalangen (Textfig. 6, 7, 8) sind außerordentlich häufig.

Wichtig und neu ist es, daß die Zahl der Phalangen des accessorischen Gliedes in Abhängigkeit steht von dem Verhalten des Meta-

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.



O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Fußskeletteile embryonaler Houdanhühner nach Aufhellungspräparaten. Stadium E. In Textfig. 8 findet sich am proximalen Ende des Metatarsale I eine Incisur (*J*), die vermutlich den Beginn der Spaltung des Metatarsale andeutet.

tarsale. Wie die Textfiguren 6, 9 und 10 besonders schön zeigen, kann innerhalb des Metatarsale unterhalb der Stelle, die das accessorische Glied trägt, eine Durchtrennung eintreten. In Fig. 9 ist eine derartige Teilung durch eine Incisur bereits angedeutet. An einem andern Präparat war sie an dieser Stelle quer durch den Knorpel hindurch infolge starker Aufhellung der hyalinen Grundsubstanz kenntlich. Nach der Durchtrennung erscheint häufig der obere Teil des Metatarsale als die Grundphalanx von Zehe *a*.

In Textfig. 12 und 14 war sowohl an der Größe als auch an der Form dieses Knorpelstückes (*Mt.a*) noch zu erkennen, daß das-

selbe keine gewöhnliche Phalanx ist. Denkt man sich dagegen in Textfig. 9 die Durchtrennung bei *J* vollzogen, dann würde hier die

Fig. 9.

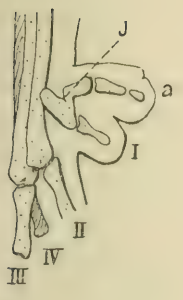


Fig. 10.

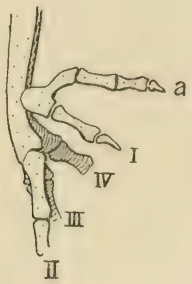
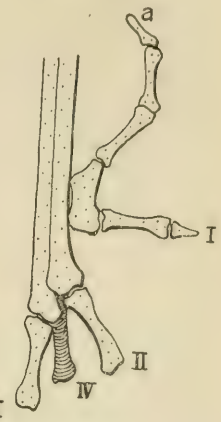


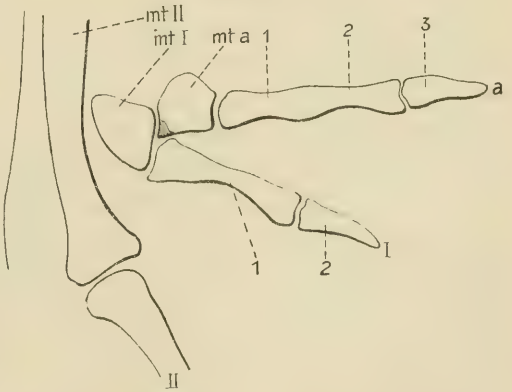
Fig. 11.



O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Fußskeletteile eines embryonalen Houdanfußes (Aufhellungsmethode). Stadium E.

Form keinen derartigen Rückschluß mehr gestatten. Wie oft daher die Grundphalanx der accessorischen Zehe in der Tat genetisch nur ein verschobenes Metatarsalstück ist, läßt sich bei älteren Stadien, insbesondere bei erwachsenen Tieren nicht feststellen.

Fig. 12.



O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 11/1.
Zehe I und *a* eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E. Spiegelbildlich reproduziert. Die schattierte Stelle von *mt.a* liegt weiter zurück.

Ebensowenig ist in solchen Fällen, bei denen in späteren Stadien und bei ausgewachsenen Tieren nur ein Metatarsale gefunden wird, mit Sicherheit zu sagen, ob eine Spaltung der einheitlichen Anlage ausgeblieben ist, oder ob eine Verschiebung des abgespaltenen Stückes statthatte, die nun eine Grundphalanx des accessorischen Gliedes vortäuscht.

Wenn man z. B. Textfig. 3 mit Textfig. 9, 10 und 12 vergleicht,

dann ist der Gedanke naheliegend, daß die in Textfig. 3 mit *1* bezeichnete Phalanx ebenfalls aus einem abgespaltenen Mt. *a* entstanden ist, und also auch hier ursprünglich eine Teilung vorgelegen hat.

In einem Falle wie Textfig. 11 ist allerdings wohl eine Separation des Metatarsale unterblieben, doch könnte dieselbe — wäre die Weiterentwicklung des Objekts nicht unterbrochen worden — bald eingesetzt haben.

Unter meinem Material von 133 aufgehellten Füßchen aus den Stadien C—E, bei welchen Hyperdactylie vorhanden war, fand ich in 90 Fällen ein einheitliches Metatarsale, mit welchem die Phalangenreihe von Zehe I und Zehe *a* articuliert. In diesen Fällen und bei den erwachsenen Tieren, bei welchen von andern und mir selbst sehr häufig (bei mir unter 12 Fällen 8mal) ein einheitliches Metatarsale gefunden wurde, ist diese Angabe (etwa 67 %) eine Maximalzahl, die sich bei Kenntnis der in der Entwicklungsreihe der einzelnen Objekte jeweils vorangegangenen Stadien höchstwahrscheinlich beträchtlich einschränken wird.

γ. Zusammenhang der Phalangen von *a*.

Weitere Schwierigkeiten zur Bestimmung der Phalangenzahl bietet der Umstand, daß häufig Unregelmäßigkeiten in der Sonderung der Phalangen auftreten. Bereits bei Stadium C wurde auf den Zusammenhang der Grundphalanx der accessorischen Zehe mit dem Mt. *a* hingewiesen. Diese Einheitlichkeit kann sich auf den ganzen Strahl *a* erstrecken. Er bildet dann ein aus hyalinem Knorpel bestehendes einheitliches Ganze. Andeutungen einer vielleicht später einsetzenden Gliederung lassen sich immerhin häufig wahrnehmen, denn die Knorpelzellen gruppieren sich an bestimmten Stellen konzentrisch, während sie sonst locker und unregelmäßig angeordnet sind. Das Gesagte zeigt eine Rekonstruktion (Taf. XII Fig. 7) zwischen den mit Mt. *a* und a^1 bezeichneten Stellen. Bei Aufhellungspräparaten erscheinen die betreffenden Centren in der sonst gleichmäßig gefärbten Knorpelstange dunkler, z. B. Taf. XII Fig. 6 und 9 bei a^1 und a^2.

Ähnliche Zusammenhänge, die den ganzen accessorischen Strahl (Metatarsale und sämtliche Phalangen) betrafen, wurden im ganzen viermal gesehen. In drei weiteren Fällen war nur das distale Endglied separiert.

Zusammenhänge zwischen je zwei benachbarten Gliedern, wie in Taf. XII Fig. 7, kommen in den verschiedensten Variationen und

nicht selten vor. In Textfig. 12 z. B. zwischen a^1 und a^2. In einem ganz entsprechenden Fall hatte eine sehr deutliche Aufhellung in der Mitte der langen Phalanx und zwar an einer dort vorhandenen Auftreibung eingesetzt. In Textfig. 7 ist der Zusammenhang zwischen a^1 und a^2 durch eine Incisur bis auf eine schmale Brücke gelöst. Das Vorkommen solcher Zusammenhänge in allen Stadien der Entwicklung, selbst in den frühsten und bis zum ausgewachsenen Tier, — für dieses bringt Anthony (99) (l. c. Fig. 10) einen Beleg — macht es wahrscheinlich, daß es sich um eine unterbliebene Separation und nicht um sekundäre Verwachsungserscheinungen handelt.

δ. Proximales Auswachsen des Metatarsale *a* quer über den Laufknochen hinüber.

Während die ursprüngliche vorknorpelige Anlage der Zehen I und *a* in ihrem metatarsalen Teil sich parallel zu den übrigen Metatarsalia und also zum späteren Laufknochen anlegt — was man auch in späteren Stadien häufig noch aus dem Rest dieser Anlage (Taf. XII Fig. 7 und Taf. XIII Fig. 13 mit * bezeichnet) erkennen kann —

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

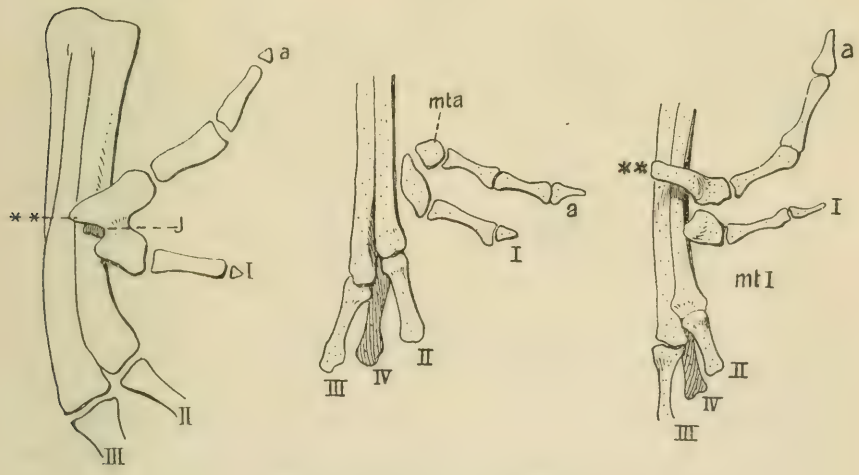


Fig. 13. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 13/1.
Teil eines embryonalen Houdanfußes (nach einem Aufhellungspräparat). Stadium E.
Fig. 14 und 15. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Fußskeletteile zweier Embryonen (Houdanhuhn). Aufhellungspräparate. Stadium E.

findet in einzelnen Exemplaren im Stadium E ein sekundäres Auswachsen des Metatarsale quer über den Laufknochen hinweg statt. Den Beginn dieses Prozesses bei noch nicht ganz vollzogener Abschnürung zeigt Textfig. 13 bei **.

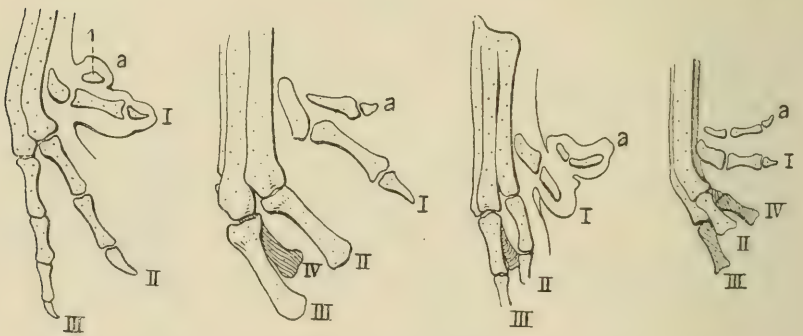
In Textfig. 15 hat die Querstellung des Mt. *a* ihren höchsten Grad erreicht. Hier ist das Metatarsale so entwickelt, daß sein proximales Ende mit der fibularen Seite des Laufknochens zusammenfällt.

Proximale Incisuren am Metatarsale der I. und accessorischen Zehe, wie etwa die in Textfig. 8 abgebildete, mögen, auch wenn keine proximale Verlängerung des Mt. *a* sichtbar ist, doch in den Entwicklungscyclus dieses Prozesses gehören, indem sie nicht nur den Beginn einer Durchtrennung des Metatarsale in zwei Stücke, sondern manchmal auch das proximale Auswachsen einleiten.

ε. Abortive Ausbildung der accessorischen Zehe.

Bereits in der jüngsten Phase von Stadium E kommt gelegentlich eine Art Abknickung des Strahles *a* dicht an seiner Basis zur Beobachtung (Taf. XII Fig. 6). In einem andern nicht abgebildeten Fall ist eine ähnliche Abknickung zu sehen, nur ist der Fortsatz

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.



O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Teil des Skelets eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E.

des Metatarsale, der zu *a* gehört, zu einem besonderen Centrum verdichtet. Je nach der Stelle, an welcher sich die abgeknickte Partie abschnürt, kommt es zu Strahlenbildungen, die mehr oder minder defekt oder nur verschmächtigt sein können.

In Textfig. 16 ist ein Stückchen, in Textfig. 17, 18 und 21 sind zwei Stückchen erhalten, welche keine direkte Beziehung zum Metatarsale mehr haben. Derartige Fälle sind durchaus nicht selten. In Textfig. 19 sind zwar drei Stückchen vorhanden, aber alle sind ungemein schmächtig. Auffallend tief, ganz in der Nähe des Mt. II,

liegt ein kleines Knorpelstückchen, der einzige Rest von *a*, in Textfigur 20. Bei so hochgradiger Defektbildung ist es sehr schwierig zu bestimmen, welchem Teil der accessorischen Zehe der Rest entspricht.

Fig. 20.

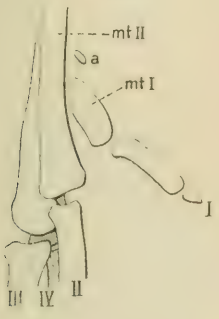


Fig. 21.

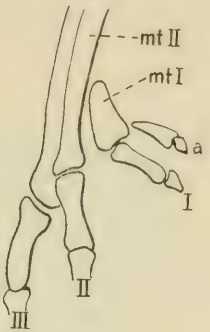


Fig. 20. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 15/1.
Fig. 20. Teil eines embryonalen Houdanfußes. Zehe I und *a* sind vollständig dargestellt. (Aufhellungspräparat.) Stadium E. Spiegelbildlich reproduziert.

Fig. 21. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Teil eines embryonalen Houdanfußes. (Aufhellungsmethode.) Stadium E.

Mit einer Defektbildung kann auch der für Zehe *a* charakteristische Zusammenhang der Phalangen untereinander kombiniert sein. Es findet sich dies nicht nur in jungen Stadien (Taf. XII Fig. 6), sondern wurde auch in einem älteren Objekt beobachtet. In diesem bilden zwei Knorpelstückchen, welche ähnlich denen in Textfig. 17 tibialwärts von Zehe I liegen, miteinander eine Einheit.

ζ. Abortive Ausbildung des Hallux.

Viel seltener als Defektbildungen bei der accessorischen Zehe *a* sind solche bei der typischen Zehe I.

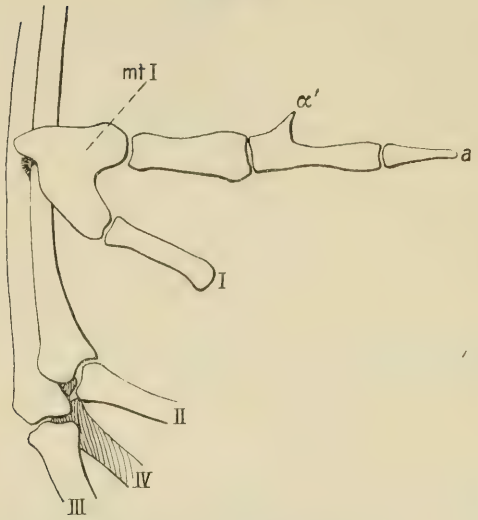
Es kommt vor, daß dieselbe nur eine Phalanx besitzt (Textfig. 22). Auch diese kann partiell verkümmert sein; so ist z. B. in Textfig. 23 das distale Ende stark verjüngt und endigt schließlich in einem Knötchen.

Beim ausgewachsenen Tier wurde ein ähnlicher Zustand von Howes und Hill (91) beobachtet und abgebildet, den ich in Textfigur 24 reproduziere.

Wie hochgradig diese Reduction werden kann, beweist ein junges Füßchen des Stadiums E, in welchem nur ein kleines isoliertes Knorpelstückchen als Rest von Zehe I zu erkennen ist. Dasselbe ist nur in zwei Schnitten der betreffenden Serie zu sehen. Einer

dieser Schnitte ist in Textfig. 25 abgebildet. In solchen Fällen ist der Hallux fast völlig von der accessorischen Zehe verdrängt und ersetzt. Es liegt auf der Hand, daß bei einem völligen Schwund von I der Eindruck hervorgerufen wird, es sei überhaupt keine Polydactylie vorhanden. Ich halte es nicht für undenkbar, daß in Fällen, wo tibialwärts von Zehe II ein kleiner bindegewebiger Höcker nachweisbar ist (Textfig. 26 bei *I*?), ursprünglich eine Anlage von Zehe I existierte, von welcher aber selbst der letzte Rest von Knorpel verschwunden ist.

Fig. 22.



O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 11/1.
Teil des Skelets eines embryonalen Houdanfußes. (Aufhellungspräparat.) Stadium E.

Aus den soeben besprochenen Verhältnissen erklärt sich möglicherweise ein Teil des hohen Prozentsatzes von anscheinend nicht hyper-

Fig. 23.

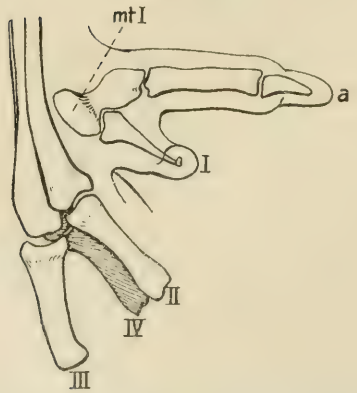


Fig. 24.

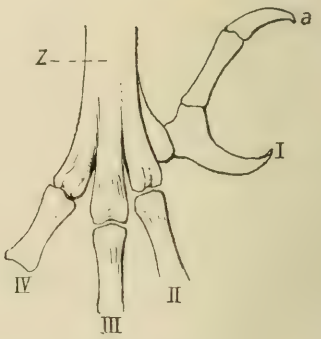


Fig. 23. O.-Vergr. 12/1. D.-Vergr. 9/1.
Zeichnung eines Teiles des Skelets eines embryonalen Houdanfußes. (Aufhellungspräparat.) Stadium E.

Fig. 24. Natürliche Gr. D.-Vergr. 5/6. Kopie nach Howes und Hill.
Teil des Skelets eines ausgewachsenen Houdanfußes.

dactylen Füßen in meinem Material; es ist also der aus älteren Stadien berechnete Prozentsatz (etwa 25 %) die Maximalzahl, die sicherlich nicht völlig erreicht werden dürfte, wenn man imstande wäre, für jedes einzelne Objekt die frühesten Anlagen zu ermitteln.

Wenn gegenüber den inkonstanten Verhältnissen von Zehe *a* Zehe I verhältnismäßig selten abortiv wird, so ist dies wohl daraus

Fig. 25.

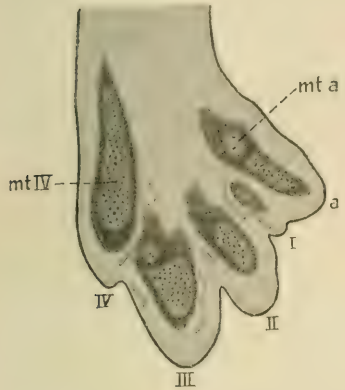


Fig. 26

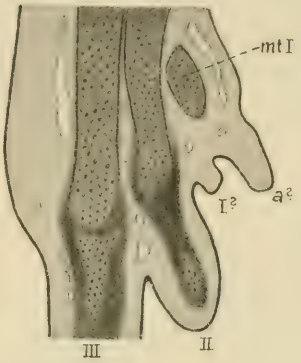


Fig. 25. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 20/1.
Schnitt aus einer Serie eines embryonalen Houdanfüßchens. Stadium E. Der Knorpel ist dunkel getüpfelt, der Vorknorpel eine Schattierung schwärzer und gleichmäßig getönt. Die hellen Lücken stellen Gefäße dar.
Fig. 26. Schnitt einer andern Serie. Vergrößerung und Darstellung wie bei Fig. 25.

zu erklären, daß wir es in der typischen Zehe mit einem längst fixierten Gebilde zu tun haben. Schließlich aber machen sich doch ab und zu die Wirkungen der von ihr ausgehenden Neubildung (in Gestalt der accessorischen Zehe) geltend, und die Kraft des mütterlichen Organismus wird erschöpft, während der Tochterorganismus sich kräftig entfaltet.

η. Von andern Elementen des tibialen Fußrandes ausgehende Verdoppelungen.

Schon Delplanque (69) und Anthony (99) haben verschiedene Grade der Verdoppelung unterschieden. Nach Anthonys Schema ergreift die Verdoppelung des zweiten Grades die erste und zweite Phalanx, die des dritten Grades auch das Metatarsale.

Abgesehen davon, daß Anthony eine disto-proximal fortschreitende Spaltung annimmt, worauf an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll, ist auch diese Einteilung insofern anfechtbar, als über-

haupt diese scharfe Trennung zwischen 2. und 3. Grad nicht besteht. Das ist freilich zutreffend, daß in der Tat Verdoppelungen vorkommen, die weiter distal als die bisher beschriebenen beginnen.

Leider sind diese Fälle so selten, daß gerade die jüngsten Stadien davon mir niemals zu Gesicht kamen. Es ist mir nur möglich, einige Beobachtungen bei Embryonen aus dem Stadium E mitzuteilen.

In bezug auf die Frühstadien derselben müssen indirekte Schlüsse gezogen werden auf Grund der früher mitgeteilten Tatsachen.

In Textfig. 27 ist ein Objekt abgebildet, bei dem die Grundphalanx von I nur eine geringe Einkerbung aufweist, so daß Zehe *a*

Fig. 27.

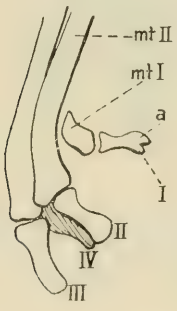


Fig. 28.

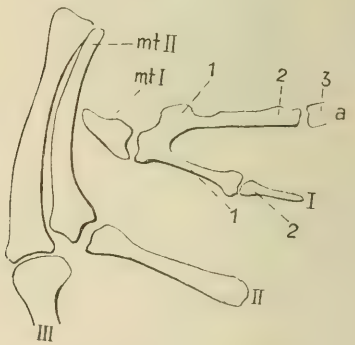


Fig. 27. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Teil des Skelets eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E.
Fig. 28. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Teil des Skelets eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E. Die Grundphalanx von Zehe *a* war im Präparat abgebrochen.

hier nichts andres als ein kleines Höckerchen ist. Es ist merkwürdig, daß sowohl für Zehe I als auch für *a* die Bildung weiterer Phalangen sistierte, obgleich in dieser Phase nach dem allgemeinen Gang der Entwicklung ihre Anlage vorhanden sein müßte.

In Textfig. 28 und 29 ist ebenfalls die Grundphalanx von I an ihrem distalen Ende gespalten. In beiden Fällen hat I zwei Phalangen, während a nur in dem einen Fall die typische Dreizahl der Phalangen aufweist, während in Textfig. 28 offensichtlich die Unterteilung in die beiden weiteren Phalangen unterblieben ist.

Nach allem, was über die Frühentwicklung des accessorischen Strahles bekannt ist, muß angenommen werden, daß die mehr tibial gelegene Randzehe die überzählige ist, die als ein seitlicher Aus-

wuchs aus Zehe I entstand, diesmal aber nicht wie gewöhnlich aus dem Metatarsale, sondern aus der Grundphalanx direkt hervorsproßte.

Es gehört in dieses Kapitel auch der in Textfig. 24 bereits reproduzierte Befund von Howes und Hill (91).

Auch bei diesen accessorischen Zehen kommen abortive Ausbildungen von *a* vor. In drei Exemplaren waren die Skeletteile von *a* gegenüber der Grundphalanx von I selbständig geworden und bestanden nur aus zwei kleinen Knorpelstücken. In Textfig. 30 liegt die Grundphalanx von *a* noch in der Nähe des basalen Teiles der Grundphalanx I, ähnlich wie in früheren Fällen, nur ist sie gegen-

Fig. 29.

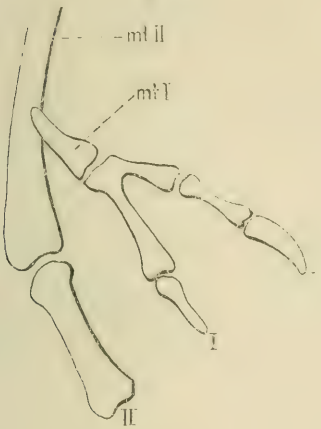


Fig. 30.

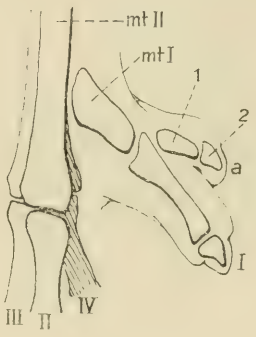


Fig. 29. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Teil eines Skelets eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E.
Fig. 30. Vergr. 11/1.
Halbschematische Zeichnung eines Teiles des Fußskelets eines Houdanfußes (nach einer Serie). Der Kontur ist nach der Photographie eingetragen. Stadium E.

über I isoliert. Das gleiche wurde bei einem zweiten Objekt beobachtet.

Taf. XII Fig. 8 (Rekonstruktion) gibt eine andre derartige Zehe wieder, bei der die Grundphalanx der ersten Zehe durchsichtig gedacht ist, so daß man hinter derselben einen völlig isolierten größeren Knorpelkern und einen daran anschließenden der kleinen accessorischen Zehe wahrnehmen kann.

Es ist also hier die accessorische Zehe nicht nur abortiv, sondern wahrscheinlich auch verschoben gegenüber ihrem Entstehungsboden.

In solchen Arten von Verdoppelungen sind bisher abortive Entwicklungen von Zehe I nicht beobachtet worden. Vielleicht nur deshalb nicht, weil die Doppelbildungen zu selten sind, vielleicht auch

kommen sie gar nicht vor, weil die accessorische Bildung weiter distal beginnt, und die damit verbundene Schädigung der Zehe I durch das parasitäre Glied keine so hochgradige ist.

Noch weiter distal lokalisierte Verdoppelungen der Zehe I befinden sich nicht unter meinem Material. Anthony und Delplanque haben einige Befunde bei ausgewachsenen Tieren beschrieben, wo die Grundphalanx einheitlich ist und auf derselben zwei gleichmäßig entwickelte Endphalangen sitzen, oder neben einer zu Zehe I gehörigen Endphalanx ein weiterer zu *a* gehöriger Strahl angefügt ist, der aus zwei Teilen (Mittel- und Endphalanx) besteht. Selbst in diesen Fällen kann sich der accessorische Strahl durch seine höhere Phalangenzahl gegenüber I auszeichnen, und es kann auch, nach der Abbildung von Anthony (99) zu schließen, die Gliederung in Phalangen unterbleiben.

Es gibt aber auch Verdoppelungen, welche weiter proximal hinaufreichen als die genannten und als die gewöhnlichen, vom Metatarsale ausgehenden. Es sind allerdings nur ganz wenig Fälle dieser Art bekannt, die sich nicht bei Hühnern, sondern bei wild lebenden Vögeln gefunden haben, und die nur der äußeren Form des Fußes nach untersucht, aber nicht genau in ihren Skeletverhältnissen studiert sind. Bateson (94, S. 393) hat dieselben zusammengestellt. Es läßt sich aus den Abbildungen der Autoren entnehmen, daß die überzähligen Teile aus dem Tibiotarsus, also dem proximalen Tarsale oder vielleicht sogar aus der Tibia selbst ihren Ursprung nehmen.

Übersicht über die Ergebnisse aus Abschnitt B 1.

1) Die tibialste Zehe des fünfzehigen Houdanfußes tritt in der Entwicklung nie selbständig auf, sondern als eine Aussprossung der auf sie folgenden Zehe. Da diese letztere sich im übrigen völlig typisch entwickelt, ist dieselbe ihrer Lage nach als Zehe I bestimmbar. Daraus folgt entwicklungsgeschichtlich, daß die accessorische Bildung in der tibialen Randzehe vorliegt. Damit ist eine Annahme bewiesen, die sich bisher bei allen Autoren wesentlich auf die Phalangenzahl ausgebildeter Tiere stützte.

Gerade die Phalangenzahl erwies sich aber als so schwankend, daß sie zur Begründung einer derartigen Annahme nicht ausreicht.

2) Die Entwicklung der accessorischen Zehe aus der ersten typischen Zehe vollzieht sich in ihren ersten Anfängen entweder aus dem Material des Metatarsale, der Grundphalanx oder schließlich

aus der Endphalanx derselben. Für den ersten dieser drei Fälle konnte vom frühesten Stadium an nachgewiesen werden, daß die knorpelige Anlage vom Mt. I aussproßt, und daß da, wo zwei diskrete Metatarsalia vorkommen, dieselben sich aus einer ursprünglichen Anlage ableiten. Bei den beiden übrigen Fällen ließ sich nur aus älteren Stadien ein analoger Vorgang (Aussprossung aus der I. oder II. Phalanx) rekonstruieren. In der Literatur sind auch seltene Fälle verzeichnet, in welchen offenbar die accessorische Zehe aus dem proximalen Tarsale (oder sogar der Tibia) am tibialen Fußrand hervorgegangen war.

3) Die accessorische Zehe verhält sich nicht nur in der Entstehung ihres Metatarsale eigenartig, sondern weicht auch in der Anlage der Phalangen von den bei der typischen Zehe stets zu beobachtenden Vorgängen ab. Es treten häufig die Phalangen nicht in Form diskreter Knorpelcentren auf, sondern es besteht *Homo*-Kontinuität zwischen dem Metatarsale und sämtlichen Phalangen oder zwischen einzelnen dieser Stücke, ferner können durch Verlagerungen abgespaltener Teile des Metatarsale phalangenartige Bildungen vorgetäuscht werden. Schließlich ist die Phalangenzahl in höherem Grade wechselnd als bei typischen Zehen. Diese Unterschiede finden sich an der überzähligen Zehe, gleichgültig von welcher Stelle der Zehe I sie ihren Ausgangspunkt nimmt.

4) Die enge Zusammengehörigkeit zwischen Zehe I und *a* tritt auch darin zutage, daß jede von beiden Zehen abortiv angelegt werden kann. Ähnlich wie sonst im Organismus eine Neubildung durch Einflüsse, die vom Organismus selbst ausgehen, in ihrer Bildung gehemmt oder zur Rückbildung gezwungen werden kann, und anderseits auch wieder die Neubildung dem Organismus alle Kraft und Existenzmöglichkeit rauben kann, so ist auch hier eine physiologische Abhängigkeit des Bildungsmaterials beider Zehen voneinander anzunehmen.

B, 2. Der sechszehige Fuß.

In den mir vorliegenden Arbeiten besprach St.-Hilaire (36) einen Fall, Delplanque (69) drei Fälle, Cowper (89) einen Fall, Anthony (99) drei Fälle, Ghigi (01 b) zwei Fälle, Bateson (94) einen Fall von Hexadactylismus beim Huhn.

Zu diesen 11 Fällen aus der Literatur (es ist noch in andern Werken auf das gelegentliche Vorkommen von sechs Zehen hinge-

wiesen, ohne aber daß sich genaue Zahlangaben dabei fänden) kann ich 12 neue hinzufügen.

Aus dem Vergleich aller dieser Fälle ergibt sich, daß zwei verschiedene Arten von Hexadactylismus vorkommen.

Die eine Art ist die einfachere, weil sich derselbe Prozeß der Verdoppelung, den wir bereits kennen gelernt haben, genau wiederholt.

Infolge eines glücklichen Zufalls ist unter meinem Material eine in den wichtigsten Stadien komplette Serie der Entstehung einer zweiten derartigen Verdoppelung vorhanden. Ich werde im folgenden dartun können, daß geradeso wie die erste accessorische Zehe a vom Metatarsale des Hallux aus sich entwickelt, ebenso — etwas später — von demselben Skeletteil die zweite accessorische Zehe, die ich α nennen werde, ihren Ausgang nimmt.

Es existiert aber auch die Möglichkeit andrer Kombinationen derart, daß die Zehe α sich nicht vom Metatarsale I aus, sondern von einer der Phalangen der Zehe I aus entwickelt.

Dabei können nun wieder die verschiedenartigsten Lokalisationen von a und α miteinander kombiniert sein.

Dies wird die spezielle Beschreibung im einzelnen ergeben. Als ein neuer Prozeß gegenüber diesen Wiederholungen eines uns bekannten Vorgangs stellen sich die bei weitem seltneren Fälle dar, bei denen nicht die zweite accessorische Zehe von Zehe I ihren Ausgang nimmt, sondern wo a für sie die Matrix abgibt.

In diesem Fall nenne ich die 2. accessorische Zehe nicht einfach α sondern α'.

a. Entstehung der 6. Zehe α durch eine abermalige Verdoppelung von Zehe I.

α. Entstehung der Zehe α aus dem Metatarsale I.

Das jüngste Stadium entspricht nach dem Schema dem Stadium A, denn das Mt. I ist noch nicht knorpelig (Taf. XIII Fig. 10). Statt des einzigen tibial von I vorhandenen vorknorpeligen Strahls ist noch ein zweiter (α) zu sehen, welcher deutlich zu I innigere lokale Beziehungen hat als a, denn er entspringt an der tibialen Seite des Vorknorpelstrahls I.

Es folgt ein weiteres Stadium (Taf. XIII Fig. 11), bei welchem das Mt. I angelegt und in Zehe I und a je ein isoliertes Knorpelcentrum für die Grundphalanx sichtbar ist. Es muß also dieses Exemplar in das Stadium C des Schemas eingereiht werden, da die III. und IV. Zehe Knorpelcentren für zwei Phalangen und die II. Zehe ein solches für die Grundphalanx besitzt.

Wenn wir uns erinnern, daß in Stadium C des pentadactylen Fußes ein ganz ähnliches Bild beobachtet wurde (Taf. XII Fig. 5), bei welchem ebenfalls an der Basis der beiden dort vorhandenen Zehen eine langgestreckte Knorpelleiste vorhanden war, so ergibt sich ohne weiteres die Übereinstimmung zwischen dem jetzigen Befund am hexadactylen Fuß mit jenem am pentadactylen.

Ein Unterschied besteht dagegen darin, daß bei dem 6zehigen Fuß bereits an drei diskreten Verdickungen (Taf. XII Fig. 2) der einheitlichen Knorpelspange zu sehen ist, wie die Entwicklung des

Fig. 31.

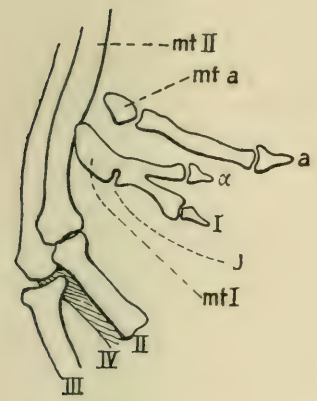


Fig. 32.

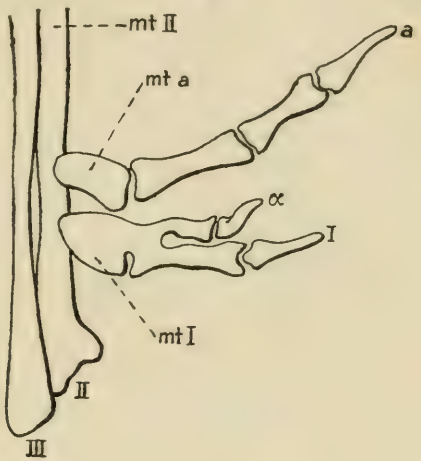


Fig. 31. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Knorpelige Teile von Zehe I, α und a eines sechszehigen Houdanfußes. Spiegelbildlich reproduziert. Stadium E. Zehe I durch eine Incisur (J) zwischen Metatarsale I und Grundphalanx von dem zu Zehe I gehörigen Teil des Metatarsale I getrennt. Zehe α befindet sich in Verbindung sowohl mit dem Metatarsale I als auch mit der Grundphalanx von I. Die Grundphalanx von a außergewöhnlich lang, vermutlich ist eine Teilung unterblieben.

Fig. 32. O.-Vergr. 17/1. D.-Vergr. 14/1.
Genau wie Fig. 31. Nur besitzt Zehe a keine außergewöhnlich lange Grundphalanx, statt dessen eine Phalanx mehr.

Knorpels weiter verlaufen wird, während man bei der pentadactylen Form entsprechend der Zahl der Zehen nur zwei derartige Anschwellungen wahrnimmt (Taf. XII Fig. 5).

Daß es sich in der Tat bei der mittleren Verdickung der einheitlichen basalen Knorpelspange um eine progressive Bildung handelt, geht aus dem folgenden Stadium (Taf. XIII Fig. 12) hervor, in welchem aus dieser Verdickung der Spange der mit ihr homocontinuierlich verbundene Knorpelstab α hervorgegangen ist, ihm sitzt ein isoliertes distales Knorpelstückchen auf. Dieses Objekt reiht

sich nach dem Grad der Ausbildung des ganzen Füßchens ein in die Frühphasen des Stadiums E.

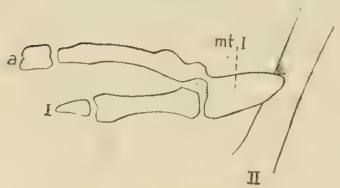
Ungefähr auf gleicher Entwicklungsstufe befindet sich ein andres Objekt (Taf. XIII Fig. 13), bei welchem ebenfalls *α* homocontinuierlich mit dem Mt. I zusammenhängt. Hier ist aber noch kein distaler Knorpelkern aufgetreten. Dagegen ist wohl in der Anordnung der Knorpelzellen innerhalb von *α* wahrzunehmen, daß sich dieser Knorpelstab *α* demnächst basal vom Metatarsale abschnüren wird.

Nach einer andern Richtung hin ist bei dem in Taf. XIII Fig. 13 dargestellten Objekt ein Fortschritt gegenüber dem Objekt der vorhergehenden Figur zu verzeichnen; von dem einheitlichen Metatarsale hat sich nämlich bereits ein Metatarsale für *a* abgespalten.

Auf dieser Entwicklungsreihe fußend sind zwei beträchtlich ältere Stadien (Textfig. 31 und 32) leicht zu verstehen, bei denen ebenfalls Zehe *a* völlig selbständig geworden ist, während *α* als ein seitlicher (tibialwärts gerichteter) Sproß auf Zehe I aufsitzt. Es unterscheiden sich zwar diese beiden Fälle von den auf Taf. XIII Fig. 12 und 13 abgebildeten dadurch, daß die Grundphalangen von I und *α* untereinander zusammenhängen. Darin aber, daß nur die Grundphalanx von I gegen das Metatarsale abgegliedert ist, schließen sie sich mehr an Fig. 3 an als an Fig. 4.

Auch hier wieder tritt uns die Erscheinung entgegen, daß beim accessorischen Strahl die Abgliederung der Phalangen selbst in späteren Stadien unterbleiben kann.

Fig. 33.



O.-Vergr. 32/1. D.-Vergr. 16/1. Knorpelige Teile von Zehe I und *a* eines fünfzehigen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E.

Daß es sich in diesen Fällen bei der Zehe *α* um einen Prozeß handelt, der genau in der gleichen Weise bei der Entstehung von Zehe *a* in die Erscheinung treten kann, lehrt ein Fall wie der in Textfig. 33 abgebildete, bei welchem die Grundphalanx der Zehe *a* mit der Grundphalanx der Zehe I und dem Mt. I zusammenhängt, während die Grundphalanx von I in typischer Weise gegen das Mt. I getrennt ist. Der Zusammenhang ist hier allerdings bereits in Lösung begriffen, wenigstens ist das Gewebe zwischen der Grundphalanx von I und den Nachbarteilen weniger intensiv im Aufhellungspräparat gefärbt als der übrige Knorpel (punktierter Kontur in Textfig. 33).

Auch darin ist die accessorische Zehe α mit a in Übereinstimmung, daß gelegentlich abortive Ausbildung beobachtet wird. In Textfig. 34 sieht man, daß α auf ein kleines isoliertes Knorpelrestchen beschränkt ist, welches dem distalen Ende der Basalphalanx von I benachbart ist. Die Abbildung stellt denjenigen Schnitt der Serie dar, der das Knorpelstückchen in relativ bester Ausbildung zeigt. Die Lokalisation ist hier also ganz ähnlich der von a in Taf. XII Fig. 8, nur ist die Reduction noch beträchtlicher.

Fig. 34.

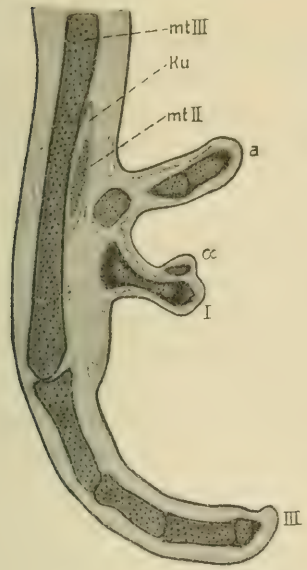


Fig. 35.

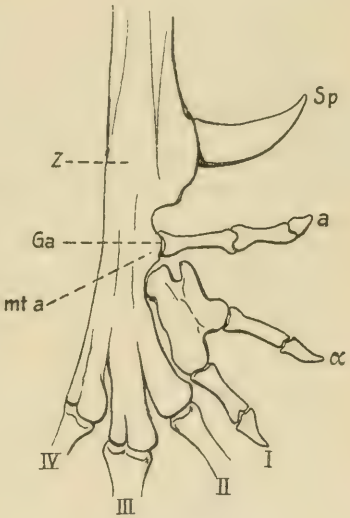


Fig. 34. O.-Vergr. 18/1. D.-Vergr. 13/1.
Schnitt aus einer Serie durch ein embryonales Houdanfüßchen. Stadium E.
Fig. 35. O. Natürl. Größe. D.-Vergr. 5/6.
Teil des Fußskelets eines Dorkinghuhns (ausgewachsenes Tier). Kopie nach Cowper, 89.

Vom ausgebildeten Zustand dieser zwiefachen Verdoppelung besitze ich kein Exemplar, doch kann ich mich einer Kopie nach Cowper (89) (Textfig. 35) bedienen.

Der Anschluß dieses Befundes beim Dorkinghuhn an die beschriebenen Entwicklungsstadien von Houdanhühnern ist ohne weiteres möglich und macht es sehr wahrscheinlich, daß bei jenen die Entwicklung geradeso verläuft wie bei diesen.

Ein Fall mit drei isolierten Metatarsalia, bei dem also sich von dem anfangs einheitlichen Stück nicht nur ein Metatarsale für a,

sondern auch ein solches für α abgegliedert hätte, ist mir nicht bekannt.

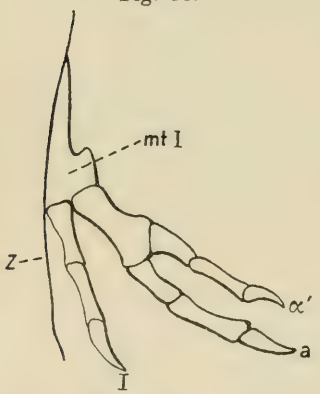
β. Entstehung der Zehe α aus Phalangen von I.

Bei den bis jetzt besprochenen zwiefachen Verdoppelungen von I haben die accessorischen Strahlen ihren Ursprung an der Basis von I genommen. Anthony (99) bildet zwei Fälle ab, bei denen a ebenfalls wie bei den bisherigen aus dem Metatarsale hervorgegangen ist, α hingegen sich von der zweiten Phalanx von Zehe I ableitet und also nur in einer Verdoppelung des Krallengliedes dieser Zehe besteht.

b. Entstehung einer 6. Zehe (α') aus der accessorischen Zehe a.

Daß die accessorische Zehe ihrerseits wiederum eine weitere accessorische Zehe hervorbringen kann, ist schon Delplanque (69), Anthony (99) und Ghigi (01 c) bekannt gewesen. Jeder der beiden erstgenannten Autoren hat einen Fall, Ghigi (01 c) zwei Fälle vom ausgewachsenen Huhn abgebildet. Delplanques (69) Exemplar ist in Textfig. 36 kopiert. In bezug auf die Entwicklung von α' fehlen mir die entscheidenden Frühstadien. Ein Objekt aus einer mittleren Phase des Stadiums E (Textfig. 22) befindet sich unter meinem Material. Hier besitzt die zweite Phalanx der accessorischen Zehe a an ihrer tibialen Seite eine spitzenförmige Ausziehung α'. Offenbar handelt es sich um eine abortive Bildung von α', die uns mit einiger Wahrscheinlichkeit die Möglichkeit gibt, α' gegenüber a zu lokalisieren. Es würde danach α' genau wie a und α in tibialer Richtung von seiner Matrix auswachsen.

Fig. 36.



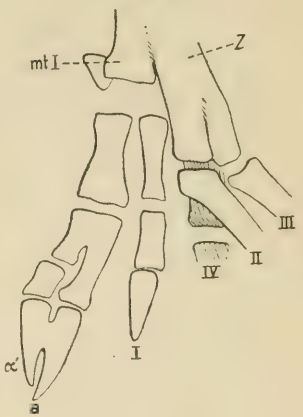
Zeichnung des Skelets der Zehen I, a und α' eines Dorkinghuhns (ausgewachsenes Tier). Kopie nach Delplanque, 69.

Ferner fand ich bei drei Füßchen von Tieren, die kurz vor dem Ende der Brutdauer standen, eine Verdoppelung der Zehe a. Taf. XIV Fig. 18 stellt eines dieser Objekte dar. Zehe I und a besitzen hier reguläre Krallen, während α' nur einen krallenlosen Zapfen aufweist.

Die beiden andern Exemplare stammten von einem Tier und waren in ihrer Ausbildung völlig gleich. Äußerlich sieht man bei

den betreffenden Zehen nichts andres, als daß der Nagel durch eine Furche in zwei symmetrische Teile geteilt ist. Diese Teilung setzt sich, wie die Aufhellung bewies, im Innern weiter proximal fort. Es spaltet sich (Textfig. 37) die zweite Phalanx von a in zwei Teile, die aber den Zusammenhang am proximalen Ende noch wahren. Dem einen Teil sitzt unmittelbar die Endphalanx von a auf, während auf den andern zwei zu α' gehörige Phalangen folgen. Eigentümlicherweise sind trotz der totalen Spaltung innerhalb des basalen Gliedes von α' die Krallen von a und α' miteinander verwachsen. ANTHONY (99) hat einen Fall abgebildet (l. c. Fig. 24), bei dem die Verdoppelung an derselben Stelle lokalisiert ist, die Zehen a und α' bleiben aber auch distal völlig getrennt.

Fig. 37.



O.-Vergr. 5/1. D--Vergr. 3/1. Teil des knöchernen Fußskelets eines sechszehigen Houdanhuhns nach einem Aufhellungspräparat. Hühnchen kurz vor dem Ausschlüpfen.

Alle hier aus der Literatur und nach eignen Befunden aufgeführten Verdoppelungen haben also zur Matrix die zweite Phalanx der accessorischen Zehe a; anders lokalisierte Veränderungen, die zur Bildung von Zehe α' führen könnten, sind mir nicht zu Gesicht gekommen.

Übersicht über die Ergebnisse aus Abschnitt B 2.

1) Es gibt zwei Hauptkategorien einer zweiten accessorischen Zehe. Entweder entwickelt sich dieselbe ebenso wie die Zehe a aus der typischen Zehe I oder sie entwickelt sich aus der accessorischen Zehe a. Die erste Form bezeichne ich mit α, die zweite mit α'.
2) Über die Entwicklung von α aus dem Mt. I ergab die Entwicklungsgeschichte eine völlig analoge Entstehungsart wie bei Zehe a, die bereits im vorhergehenden Abschnitt beschrieben worden ist.

   Es bildet sich also in diesen Fällen α auch in knorpeligem Stadium homokontinuierlich aus dem Mt. I heraus. Eine Abspaltung eines besonderen Metatarsale für die neugebildete Zehe, welche sich bei a findet, bisweilen zwar auch

fehlen kann, unterbleibt in den bisher bekannten Fällen von α.

3) Abortive Ausbildung von Zehe α, Zusammenhang der Phalangen von Zehe α und Entstehung dieser Zehe von einer weiter distal gelegenen Matrix (aus Phalangen von Zehe I) findet sich geradeso bei dieser Zehe wie bei der Entstehung von α.

4) Die Zehe α' ist bisher nur in älteren Stadien gefunden worden. Soweit sich auf Grund dieser unvollständigen Befunde Schlüsse ziehen lassen, bildet sie sich ebenfalls an der tibialen Seite ihrer Matrix (Zehe α). Bisher sind nur solche Fälle bekannt geworden, wo die zweite Phalanx von α als Matrix fungierte.

5) Bisher ist die Entwicklung von α, α und α' an ein und demselben Objekt noch nicht beobachtet worden. In einem solchen Fall würde ein siebenzehiger Fuß resultieren, während bis jetzt nur sieben verschiedene Zehen bei Hyperdactylie des Huhns zur Beobachtung gelangten.

3. Verdoppelungen, die andre Zehen anstatt des Hallux betreffen.

Ich habe beim ausgewachsenen Tier in einem einzigen Fall an der III. Zehe (Textfig. 38) eine seitlich lokalisierte kleine Kralle gefunden. Dieselbe saß auf einem Bindegewebszapfen seitlich zur vorletzten Phalanx.

Vielleicht dient zum Verständnis eines solchen Vorkommens ein bei einem Embryo von mir beobachteter Fall (Textfig. 39). Hier war das Ende der Zehe scharf abgebogen, die Endphalanx articulierte infolgedessen nicht mehr mit ihrer ganzen Grundfläche auf der vorletzten Phalanx, sondern nur mit der fibularen Hälfte. Es wäre möglich, daß die frei gegen das Integument vordrängende tibiale Hälfte des distalen Endes der vorletzten Phalanx den Anstoß zur Bildung einer zweiten Nagelkappe an dieser Stelle gäbe, ähnlich wie die freie distale Spitze der Endphalanx den Reiz für das Integument abzugeben scheint, welcher die typische Nagelbildung hervorruft.

Bateson (94) hat bei einem wilden Vogel (*Anas querquedula*) eine Spaltung des Nagelgliedes der dritten Zehe und eine sich

bis zur Mitte der Extremität erstreckende der zweiten Zehe beobachtet.

Fig. 38.

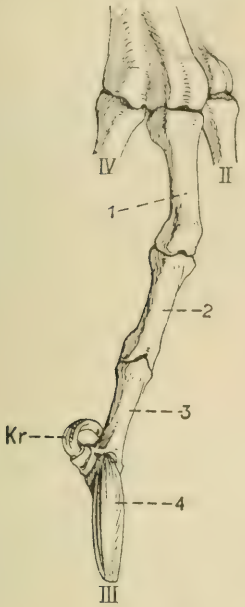


Fig. 39.

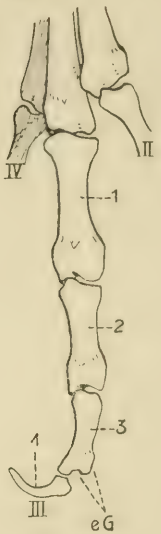


Fig. 38. O.-Vergr. 5/1. D. natürl. Größe.
Dritte Zehe eines skeletierten Houdanfußes. Erwachsenes Tier.
Fig. 39. O.-Vergr. 24/1. D.-Vergr. 16/1.
Dritte Zehe eines Houdanfüßchens. Aufhellungspräparat. Embryo. Stadium E.

IV. Das Muskelsystem.

Ehe ich zur Mitteilung der verschiedenen Muskelbefunde und zu deren Bewertung übergehe, bespreche ich mit Hilfe der Angaben von Gadow (91) die Muskeln des normalen Vogelfußes, und zwar beschränke ich mich auf diejenigen Muskeln, die gewöhnlich in direkter Beziehung zum Daumen stehen oder bei dem hyperdactylen Fuß Beziehung zu ihm gewinnen. Alle übrigen Muskeln, die in keiner Weise durch die Hyperdactylie berührt werden, können wir aus dem Kreis unsrer Betrachtungen ausschließen.

Extensoren.

1. Musculus extensor hallucis brevis.

Dieser Muskel ist ein gefiederter; er entspringt von der Vorder- und Innenfläche des proximalen Os tarso-metatarsale II.

Insertion an der Dorsalfläche der Basis der Phalange I des Digitus I.

Innervation durch den Nervus peroneus profundus. (Einen eignen Extensor hallucis longus besitzen die Vögel nicht.)

2. Musculus extensor digitorum communis.

Der gemeinschaftliche lange Zehenstrecker entspringt von der Crista tibiae bis herab zur Mitte der Tibia. Er geht sehr bald in eine rundliche Sehne über, die sich oberhalb der Malleoli entsprechend der Anzahl der Vorderzehen (II., III., IV.) teilt, um endlich an den Basen der Zehenphalangen inserierend, als Dorsalflexor oder Strecker der Zehen zu wirken.

Innervation durch einen Zweig aus dem ersten Stamme des Nervus ischiadicus.

Flexoren.

1. Musculus flexor hallucis longus.

Der Musculus flexor hallucis longus entspringt gewöhnlich von der Hinterfläche des Condylus externus femoris. Seine Sehne geht stets oberflächlich von der des Musculus flexor digitorum über das Intertarsalgelenk.

Insertion an der Krallenphalange der ersten Zehe.

Innervation aus dem zweiten Stamm des Nervus ischiadicus.

2. Musculus flexor hallucis brevis.

Er entspringt gewöhnlich als ein dünner Muskel am Hinter-Innenrande des proximalen Endes des Tarso-metatarsus. Er inseriert an der Basis der Phalange I des Digitus I. Er beugt demnach diese Zehe und zieht sie zugleich etwas an die zweite.

Innervation zusammen mit den kurzen Zehenbeugern.

Eine eingehende Untersuchung der Muskulatur pentadactyler Hühner findet sich bei Grönberg (94) und Anthony (99); von Ghigi (01 b) wurden zwei Exemplare hexadactyler Hühnerfüße auch in bezug auf ihre Muskulatur studiert, und Delplanque beschreibt einen derartigen Fall. Grönberg (94) hat vier Exemplare untersucht, die nicht von reinrassigen Tieren gewonnen waren. Sie stammten von einem Individuum unbekannter Rasse und einem der Halbhoudanrasse. Er hat seine Ergebnisse in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt, die ich kopiere und dem Ende dieser Besprechung anfüge.

Wir erkennen aus ihr, daß sich zu den drei Muskeln des normalen Typus (auch hierüber ist eine Tabelle beigegeben), die sich mannigfach gruppieren, noch eine Zweigsehne des Extensor digitorum communis gesellt, und außerdem wird angegeben, daß der Musculus flexor hallucis brevis weder an Zehe I noch an der accessorischen Zehe, sondern an Zehe II inseriere. Grönberg kommt angesichts dieser wechselvollen Verhältnisse zu der Überzeugung, daß infolge dieser Variationen keine Schlußfolgerung in bezug auf die Natur der überzähligen Zehe gemacht werden könne. Er verspricht sich ein besseres Resultat von dem Studium eines größeren Materials.

Mehr Material stand besonders Anthony zu Gebot. Seine Befunde sind auf der beigegebenen Tabelle ebenfalls registriert.

Ich selbst untersuchte 12 Exemplare fünfzehiger Füße mit Hilfe des Präpariermikroskops, und auch meine Befunde weisen, trotzdem ich Abkömmlinge ein und desselben Stammes von Houdanhühnern untersuchte, sehr beträchtliche Verschiedenheiten auf. Ausgewachsene Tiere mit sechs Zehen standen mir leider nicht zur Verfügung.

Ghigi (01 b) fand in seinen beiden Fällen, die freilich von ein und demselben Individuum stammen, übereinstimmende Resultate. Der Extensor hallucis brevis inserierte am Ende der ersten Phalange des Hallux. Der Extensor digitorum communis teilte sich an der Basis des Hallux und gab sowohl dem Daumen als auch den beiden Gliedern der überzähligen Zehe Zweige. Der Flexor hallucis brevis war normal, inserierte also nur am Daumen. Der Flexor hallucis longus teilte sich in zwei Teile, der eine für den Daumen, der andre für die überzählige Zehe. Delplanque gibt an, jede der drei Zehen (*I*, *a* und *α*) habe eine Sehne eines Extensor und eine eines Flexor gehabt. Sowohl der Extensor communis als auch der Flexor profundus gab eine Sehne ab, die sich in drei spaltete, und zwar setzte die Spaltung immer an der Grundphalanx der betreffenden Zehe ein.

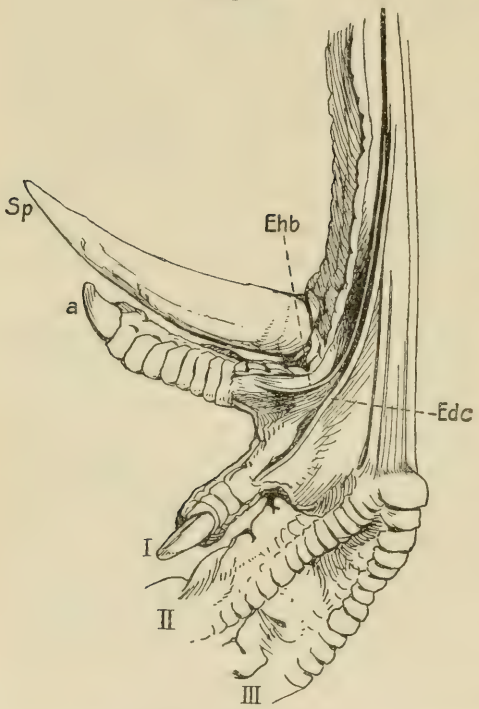
Im einfachsten Fall, den ich aber nur zweimal sah (Taf. XIII Fig. 15), findet sich auf der Streckseite wie bei dem normalen Huhn als einziger Strecker nur der Extensor hallucis brevis. Er verläuft durchaus typisch bis zu dem Ende des Metatarsus. Dort, also dicht am Anfang der Phalangen, teilt er sich in zwei Sehnen, von denen die eine an der Dorsalfläche von Zehe I, die andre an der Dorsalfläche der accessorischen Zehe *a* inseriert.

In einem weiteren Fall, den Textfig. 40 veranschaulicht, verhält

sich der Extensor hallucis brevis, den wir soeben in Teilung gesehen haben, relativ einfach. Er inseriert allein an Zehe *a*. Zehe I erhält als Strecker eine Abspaltung des Musculus extensor digitorum communis. Hier ist hervorzuheben, daß die Abgangsstelle der Sehne des letzteren nicht am distalen Ende des Metatarsale I liegt, sondern sehr weit proximal im ersten Drittel des Laufknochens.

Bei weitem am häufigsten findet man die jetzt zu besprechende Gruppierung (Taf. XIII Fig. 14). Der Musculus extensor hallucis brevis zieht zu Zehe I. Der Musculus extensor digitorum communis gibt in der soeben geschilderten Weise eine Sehne ab, die bis zu dem proximalen Ende des Metatarsale I zieht, da aber sich in zwei Sehnen für Zehe I und *a* spaltet. Zieht also eine Sehne des Musculus extensor digitorum communis zu den beiden fraglichen Zehen, dann erfolgt eine zweite Gabelung an der Basis der Phalangen.

Fig. 40.



0 natürliche Größe. D.-Verkl. 3/4.
Rechter Houdanfuß (spiegelbildlich reproduziert). Muskelpräparat. Extensoren.

Die Inanspruchnahme des Extensor digitorum communis erscheint zunächst befremdlich, sie steht aber nicht vereinzelt da, denn Gadow (91) berichtet z. B., daß die Papageien, Vögel, deren Hinterzehe besonders stark entwickelt ist, stets eine Sehne des betreffenden Muskels aufweisen, welcher an ihr inseriert. Auch ist bei niederen Säugetieren dasselbe Verhalten beschrieben. Nach Eisler kommt eine für die erste Zehe bestimmte Portion des Extensor digitorum communis longus bei *Ornithorhynchus* zur Beobachtung. Der fragliche Muskel scheint also ursprünglich auch beim Huhn sämtlichen Zehen gemeinsam gewesen zu sein, für den Daumen sich

zurückgebildet zu haben und nur bisweilen wieder gelegentlich einer starken Entwicklung der Zehe I in Erscheinung zu treten.

Das Verhalten der Flexoren bietet, wenigstens bei meinen Befunden, dem Verständnis keinerlei Schwierigkeit. Zehe I und Zehe *a* werden gleichmäßig behandelt, denn jede erhält sowohl vom Flexor hallucis longus als auch vom Flexor hallucis brevis eine Sehne (Taf. XIII Fig. 16). Die Muskeln verlaufen zunächst normal, die Bifurcation liegt an der Basis der Phalangen. Der Flexor hallucis brevis bedeckt an der Insertionsstelle infolge seiner aponeurotischen Verbreiterung so vollständig den unter ihm gelegenen Flexor hallucis longus, daß dessen Besichtigung erst nach Beseitigung des Flexor hallucis brevis erfolgen kann.

Die Angabe Grönbergs, der Flexor hallucis brevis gehe gelegentlich weder zu Zehe I noch zu *a*, sondern zu Zehe II, halte ich nach den Befunden an meinem Material für irrtümlich. Wir haben schon bei der Besprechung des normalen Muskels gesehen, daß ein Teil seiner Funktion darin besteht, Zehe I an Zehe II zu ziehen, sein Hauptangriffspunkt muß also seitlich von Zehe II, d. h. dieser gegenüber gelegen sein. Es liegt nun Zehe I so fest an Zehe II, daß man nur durch gewaltsames Abbiegen der Zehe I ein klares Bild, wie es z. B. in Taf. XIII Fig. 16 wiedergegeben ist, gewinnen kann. Bei Fällen, in welchen der Muskel nur oder wenigstens überwiegend an der Seite von Zehe I inseriert, kann ich mir sehr gut vorstellen, daß man diese Insertion übersehen und eine vermeintliche Anheftung an Zehe II annehmen kann, wenn man gezwungen ist, das Präparat zu schonen, und einen gewaltsamen Eingriff deshalb vermeiden will.

Auch meine Befunde finden sich in den Tabellen weiter unten übersichtlich registriert. Es frägt sich nun, lassen sich diese mannigfachen Ergebnisse unter einen Gesichtspunkt bringen oder muß auf eine Schlußfolgerung verzichtet werden? Ich möchte zeigen, daß die beiden auffallendsten Wahrnehmungen, die große Variation und die hohe Gabelung einen nicht zu unterschätzenden Faktor in der Beweisführung für die Herkunft der Hyperdactylie bilden, und zwar auch sonst bekannte Beobachtungen sind, die gegen Atavismus und für Spaltung bzw. Verdoppelung sprechen.

So hat Lewin (95) in einer neuen Untersuchung an menschlichem Material festgestellt, daß die Muskelsehnen in wechselnder Zahl vorhanden sind, sogar völlig fehlen können, wenn die Spaltung sich nicht auf den Metatarsus erstreckt. Diese Regel wird durch meine

Befunde nicht bestätigt. Ich habe Fälle von Spaltung des Metatarsale und trotzdem die zahlreichen Variationen der Sehnen.

Ballowitz, der seine Untersuchungen ebenfalls an menschlichem Material angestellt hat, hat uns gelehrt zu erkennen, daß die distale Lage der Gabelung eindeutig für die teratologische Spaltung zu verwerten ist. Denn läge ein Atavismus vor, dann bestünde auch das Metatarsale ursprünglich aus zwei Teilen, und es wäre nicht leicht verständlich, besonders im Hinblick auf die enge Correlation zwischen Skelet und Muskulatur, warum die Sehne erst am Ende des Metatarsale eine Teilung erführe.

Meine Beobachtungen stimmen vollständig überein mit denen, die Ballowitz (04) gemacht hat, und die ihn zur Ansicht gebracht haben, daß die ihm vorliegenden Fälle von Polydactylie nicht als Atavismus anzusehen seien.

Wenn ich annehmen darf, daß der Musculus extensor digitorum communis früher konstant eine besondere Sehne für die Großzehe besaß, und daß diese jetzt in Fällen besonders starker Ausbildung des Hallux wiedererscheint, dann ist der Extensor digitorum communis des Houdanhuhnes ein klassisches Beispiel dafür, daß die Gabelung bei Atavismus proximal vom Metatarsale liegt, bei Verdoppelung dagegen am distalen Ende desselben. Denn bei ihm geht, wie oben beschrieben ist, die Sehne für den Hallux am Beginn des Laufknochens aus dem Muskel hervor, die Gabelung derselben erfolgt aber erst ganz distal (Taf. XIII Fig. 14).

Wie erklärt es sich nun, daß ein und dieselbe Sehne bald bei Zehe I, bald bei Zehe *a*, bald auch bei beiden gefunden wird? Das hängt meiner Ansicht nach von der Lage der Aussprossung zur Insertionsstelle des Muskels ab. Es wurde ja öfters darauf hingewiesen, daß die eine Zehe der andern gleichsam das Bildungsmaterial entziehen kann, und daß deshalb der Grad der Entwicklung variiert. Je nach dem Grad der Entwicklung wird die accessorische Zehe *a* einen Teil oder auch die ganze Insertionsstelle mit dem Muskel auf ihre Seite ziehen.

Die zuerst so verworren und kompliziert erscheinenden Verhältnisse lassen sich auf diese Weise unter einen Gesichtspunkt bringen und berechtigen zu bestimmten Schlußfolgerungen. Die Tatsachen als solche werden am deutlichsten in den folgenden Tabellen ihrer Variationsbreite nach überschaut werden können. In denselben ist für jede der beiden in Betracht kommenden Zehen (I und *a*) angegeben, welche Gruppe von Muskeln in jedem der untersuchten Fälle

an ihr inserierte. Die von GRÖNBERG betonte Insertion des Flexor hallucis brevis an Zehe II lasse ich dabei aus den oben angeführten Gründen außer Betracht.

I. Muskeltabelle der normalen vierzehigen Form.

	Zehe I	
	Ext. hallucis brevis Flex. hallucis longus Flex. hallucis brevis	

II. Muskeltabelle der vier von GRÖNBERG untersuchten Exemplare.

	Zehe I	Accessorische Zehe *a*
Exemplar A, rechter Fuß		Ext. digitorum communis
	Ext. hallucis brevis	Ext. hallucis brevis
		Flex. hallucis longus
Exemplar A, linker Fuß	Ext. hallucis brevis	Ext. digitorum communis
		Ext. hallucis brevis
	Flex. hallucis brevis	Flex. hallucis brevis
Exemplar B, rechter Fuß	Ext. hallucis brevis	Ext. digitorum communis
	Flex. hallucis longus	Flex. hallucis longus
	Flex. hallucis brevis	
Exemplar B, linker Fuß	Ext. hallucis brevis	Ext. digitorum communis
	Flex. hallucis longus	Flex. hallucis longus
	Flex. hallucis brevis	Flex. hallucis brevis

III. Muskeltabelle nach ANTHONY.

	Zehe I	Accessorische Zehe *a*
Teilung ersten Grades (s. S. 499)	Ext. hallucis brevis	Ext. hallucis brevis
Jeder Grad umfaßt eine große Anzahl von untersuchten Exemplaren		Flex. hallucis brevis
	Flex. hallucis longus	Flex. hallucis longus
Teilung zweiten Grades	Sehnenstreifen oder	Ext. hallucis brevis
	Ext. digitorum communis	Ext. digitorum communis
	Flex. hallucis longus	Flex. hallucis longus
		Flex. hallucis brevis

	Zehe I	Accessorische Zehe *a*
Teilung dritten Grades	Sehnenstreifen	Ext. hallucis brevis
	Sehnenstreifen	Flex. hallucis longus
		Flex. hallucis brevis

IV. Muskeltabelle meiner Befunde.

	Zehe I	Accessorische Zehe *a*
Taf. XIII Fig. 15	Ext. hallucis brevis	Ext. hallucis brevis
	(Flexoren nicht bestimmt)	
Taf. XIII Fig. 14	Ext. digitorum communis	Ext. digitorum communis
	Ext. hallucis brevis	
	(Flexoren nicht bestimmt)	
Textfigur 40	Ext. digitorum communis	Ext. hallucis brevis
	(Flexoren nicht bestimmt)	
Taf. XIII Fig. 16	Flex. hallucis longus	Flex. hallucis longus
	Flex. hallucis brevis	Flex. hallucis brevis
	(Extensoren nicht bestimmt)	

V. Das Nervensystem.

In keiner der mir bekannten Arbeiten über polydactyle Hühner erstreckt sich die anatomische Zergliederung und Untersuchung auch auf das Nervensystem.

Ich wende mich daher sofort zu der der Orientierung dienenden Besprechung der Nerven beim gewöhnlichen Vogelfuß, wobei ich die Angaben im wesentlichen wieder Gadow (16) entnehme.

Besondere Abbildungen sind nicht beigegeben, ich verweise daher auf die Nervenzeichnungen nach polydactylen Hühnern, welche auch bei den typischen für den normalen Fuß zutreffen.

1. Der normale Hühnerfuß.

Es kommen in Betracht Teile des Plexus cruralis und des Plexus ischiadicus.

Der Cruralplexus entsendet einen eigentümlichen Nervenstamm, der an der Innenhinterfläche des Schenkels zur Innenfläche des Knies verläuft, wo er sich in mehrere Äste teilt. Der Hauptteil des Nerven läuft als sensibler Nerv an der Innenfläche des Unterschenkels herab. Textfig. 42 zeigt bei *N.cr* sein Ende, das an Zehe *a* gefunden wird.

Mehr Bedeutung für uns hat der betreffende Anteil des Plexus

ischiadicus. Er zieht zunächst zur Kniekehle; dort angekommen teilt er sich mit großer Regelmäßigkeit in drei Stämme, von denen nur der eine, der N. ischiadicus, uns beschäftigen wird. Dieser zerfällt seinerseits wiederum in drei Teile:

N. peroneus superficialis
N. peroneus profundus
und einen langen Nerven,

der keinen besonderen Namen führt.

Der N. peroneus superficialis zieht über das Ligamentum transversum und das Intertarsalgelenk hinweg und endet als Hautnerv für die einander gegenüberliegenden Seiten der dritten und vierten Zehe (Taf. XIII Fig. 17 *n.p.s*).

Der N. peroneus profundus tritt unter dem Ligamentum transversum hindurch, dann ebenfalls auf die Vorderfläche des Metatarsus und versorgt schließlich als Hautnerv die Interstitia der ersten und zweiten Zehe und die der Zehe II zugekehrte Seite der III. Zehe (Taf. XIII Fig. 17 *n.p.p*).

Der lange Ast des N. ischiadicus tritt über den äußeren Hinterrand des Intertarsalgelenks und strahlt auf der Plantarfläche der drei vorderen Zehen aus (Taf. XIII Fig. 10 *Ln*).

2. Hyperdactyle Hühnerfüße.

Ich habe zunächst ausgewachsene Füße makroskopisch und dann Embryonen mikroskopisch untersucht. Den Nervus cruralis konnte ich makroskopisch nicht mit Bestimmtheit nachweisen, weshalb ich darauf verzichtet habe, ihn in Textfig. 41, die nach einem makroskopischen Präparat angefertigt ist, einzuzeichnen.

Den N. peroneus superficialis habe ich ebenfalls in Textfig. 41 nicht zur Darstellung gebracht, er verläuft vollständig normal und berührt unser eigentlichstes Gebiet nicht.

Der N. peroneus profundus teilt sich bald distal vom Ligamentum transversum (Textfig. 41 *N.p.p*) in zwei Äste. Der äußerste zieht zu Zehe II und III. Der innere sendet zuerst einen Zweig zu dem Interstitium, das zwischen I und II liegt, so daß die beiden sich gegenüberliegenden Seiten von I und II von ihm versorgt werden.

Ein zweiter Ast zieht zu der dorsalen Fläche von Zehe *a*, deren Haut er gabelnd innerviert; er gibt zuvor einen kleinen Ast ab, der die sich zugekehrten Seiten von Zehe I und Zehe *a* versorgt.

Geradeso wie bei den Verhältnissen der Muskelsehnen muß auch hier besonders darauf hingewiesen werden, daß die Zweige, die zu Zehe *a* gehen, sich nahe der Basis der Grundphalange erst abspalten. Denn da die entsprechende Erscheinung bei den Muskeln nach Ballowitz (04) als Beweis für Mißbildung verwertet wurde, so ist dieselbe Argumentation sicherlich bei den Nerven gerechtfertigt, da diese besonders konstant in ihren Beziehungen zur

Fig. 41. Fig. 42.

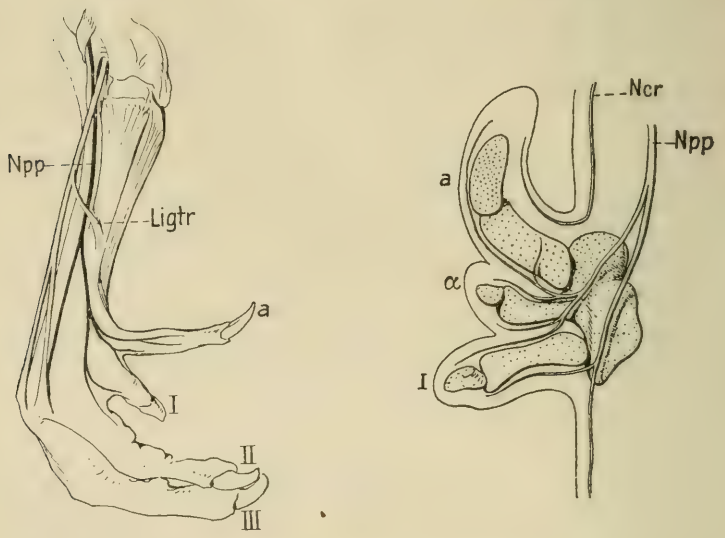


Fig. 41. 0 natürl. Größe. D.-Vergr. 3/4.
Houdanfuß nach einem makroskopischen Nervenpräparat.
Fig. 42. O.-Vergr. 24/1. D.-Vergr. 18/1.
Graphische Rekonstruktion des Endteiles des Nervus cruralis (*N.cr*) und des Nervus peroneus prof. (*N.p.p*). Die Konturen der Zehen (dorsale Ansicht) und des Skelets für Zehe I, *α* und *a* sind in der richtigen Situation, aber halbschematisch, in der Ausführung eingetragen (ausgeführte Rekonstruktion der ventralen Seite des Skelets siehe Taf. XIII Fig. 3). Stadium E. Spiegelbildlich reproduziert.

Nachbarschaft zu sein pflegen. Gerade weil die Nerven als besonders konservativ angesehen werden, habe ich ihre Entwicklung, speziell in den jüngsten Stadien, mit der größten Sorgfalt studiert, um mich zu überzeugen, ob dieser Zustand, wie er sich beim ausgebildeten Tier findet, von Anfang an vorhanden ist, oder ob er aus einem andern sich ableitet. In letzterem Fall käme dem definitiven Zustand nicht die Bedeutung zu, die ihm hier beigemessen wird. Es war aber nirgends eine nachträgliche Verwachsung oder sonst etwas Besonderes wahrzunehmen. Die Anlage entspricht genau dem de-

finitiven Zustand, deshalb sind keine besonderen Abbildungen der jüngeren Stadien hier beigefügt.

Die Rekonstruktion Taf. XIII Fig. 17 genügt, um zu zeigen, daß das Interstitium zwischen Zehe III und IV vom N. peroneus superficialis versorgt wird, und daß im übrigen Zweige des N. peroneus profundus die Innervation übernehmen. Ein Hauptast des N. peroneus profundus versorgt das Interstitium zwischen Zehe II und III, ein weiterer Ast zieht über *a* hinweg an die gegenüberliegenden Seiten von II und I.

Dieser soeben beschriebene Hauptast gibt seinerseits kleinere Äste für Zehe *a* und die ihr gegenüberliegende Seite von I ab, die untereinander anastomosieren. Das Verhalten der Nerven im sechszehigen Fuß zeigt Texttig. 42, welche ebenfalls nach einer Serie rekonstruiert ist. Hier habe ich auch den Cruralast N. cr. dargestellt.

Der erste Ast des Nervus peroneus profundus (*N.p.p*) versorgt das Interstitium zwischen Zehe *a* und *α*. Der zweite gehört dem Interstitium von *α* und I an. Kurz, die Versorgung von *α* wird durch eine reichere Gabelung der vorhandenen Äste bewerkstelligt.

Der lange Nerv (Ast des Ischiadicus), der wie gesagt die plantare Fläche des Fußes an ihrer Außenseite und die der IV., III. und II. Zehe versorgt, ist nur für den sechszehigen Fuß rekonstruiert worden (Taf. XIII Fig. 10). Er verläuft durchaus wie beim typischen 4zehigen Fuß und splittert sich zwischen Zehe II und I auf, so daß das accessorische Gebiet völlig leer ausgeht.

VI. Besprechung einiger allgemeiner Folgerungen aus den speziellen Ergebnissen.

1. Die Hyperdactylie der Hühner beruht auf Neubildung und nicht auf Atavismus.

Die Entwicklungsgeschichte hat aufs deutlichste gezeigt, wo die Matrix der überzähligen Zehe bzw. Zehen zu suchen ist. Zehe *a* und *α* leiten sich vom Metatarsale oder von einer der Phalangen der Zehe I ab. Sie können daher als ein Sproß des betreffenden Skeletteils der Zehe I angesehen werden, der im Verlaufe seiner weiteren Entwicklung sich gliedert und dann als Verdoppelung und Verdreifachung der Zehe I in die Erscheinung tritt.

Über die Gesetzmäßigkeit der Gliederung soll im nächsten Abschnitt gesprochen werden.

Die Ähnlichkeit dieser Sprosse, welche zu den accessorischen

Zehen werden, mit ihrer Matrix Zehe I kann so groß werden, daß schließlich sich auch das Metatarsale spaltet und zwei fast gleichartige Gebilde resultieren. Es ist dies entschieden ein sekundärer Prozeß, der gewöhnlich erst in späteren Stadien auftritt, während in den früheren Stadien, was sich bei meinem sehr großen Material nachweisen läßt, der Metatarsus einheitlich gefunden wird.

In einem einzigen Fall war allerdings in dem doch noch recht frühen Stadium C der Metatarsus von I und *a* getrennt zu sehen. Im speziellen Teil ist bereits ausführlich klargelegt, daß höchstwahrscheinlich eine Einheitlichkeit des Metatarsale vorausging, die nur sehr schnell zum Zerfall kam. Immer und immer wieder stößt man ja auf regelwidrigen Früh- oder Spätbeginn ein und desselben Entwicklungsprozesses.

Es war schließlich auch an die Möglichkeit zu denken, die Verdoppelung könne eine solche Vollständigkeit erreichen, daß am Ende das Material für die accessorische Zehe in seinem ganzen Umfang einschl. Metatarsus von vornherein im mikroskopischen Bild als etwas Selbständiges sichtbar wird. Bei Doppelbildung ganzer Tiere ist Ähnliches bereits bekannt. Bei dem vorliegenden Objekt aber würde ein derartiger Prozeß, wenn er überhaupt vorhanden ist, zu den größten Seltenheiten und Ausnahmen gehören.

Der eine noch dazu fragliche Ausnahmefall kann angesichts der Fülle andrer Beobachtungen die Tatsache nicht in Zweifel setzen, daß die erste und vor allem auch die zweite accessorische Zehe von dem Material der typischen Zehe I aus als Neubildung zur Entwicklung gelangt.

Damit sind alle diejenigen Anschauungen hinfällig, welche in der Hyperdactylie der Hühner einen Rückschlag auf Extremitäten niederer Tiere finden wollen, bei welchen an dem tibialen Rand der Fußplatte neben dem Hallux noch weitere Strahlen existieren.

Speziell die Meinung, es handele sich in Zehe *a* um einen Prähallux, konnte vernünftigerweise nur so lange bestehen, als man glauben mochte, es bestehe ein gewichtiger Unterschied in der Entwicklung der überzähligen Zehen. So etwa, daß die eine von diesen accessorischen Zehen als selbständiger, die andre hingegen als abgespaltener Strahl aufzufassen wäre. Die Entwicklungsgeschichte beweist aber das Gegenteil und macht die Anschauung unhaltbar.

Ghigi (01 c) befindet sich sicher im Irrtum mit seiner Angabe, die Metatarsalia seien in der Entwicklung anfänglich getrennt; vermutlich hat er zu alte Stadien untersucht.

2. Andeutungen einer spiegelbildlichen Symmetrie bei den hyperdactylen Hühnerfüßen.

Aus der Literatur über Mehrfachbildungen bei Gliedmaßen [Boas (83), Bateson (94) u. a.] und namentlich durch neuere experimentelle Erfahrungen Tornier (97) und Braus (05) sind sehr schöne Fälle von Verdoppelung ganzer Extremitäten oder auch nur einzelner Finger bekannt geworden, die spiegelbildliche Anordnung in bezug auf eine Symmetrieebene besitzen.

Für den polydactylen Vogelfuß hat Grönberg auf die Möglichkeit hingewiesen, die hyperdactyle Bildung könne der Rest einer totalen Verdoppelung sein. In dieser Fassung ist die Annahme sicher unrichtig, denn wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, kann ja nicht an dem Hervorsprossen der überzähligen Zehe aus dem Material einer einzigen Zehe, und zwar lediglich der I. gezweifelt werden.

Tatsächlich sind aber namentlich an den ganz jungen Stadien der sechszehigen Form äußerlich Anzeichen einer spiegelbildlichen Symmetrie leicht wahrzunehmen, die ich hier zunächst zusammenstellen möchte, um mich dann erst über ihre Bedeutung zu äußern.

Fassen wir zunächst die Bilder (Taf. XIII Fig. 11 und 13) ins Auge. Hier befindet sich der Teil der Fußplatte, in welchem die überzähligen Zehen liegen, in spiegelbildlicher Symmetrie zu dem von den beiden ersten typischen Zehen eingenommenen Teil. *Sy* bezeichnet in den Abbildungen die Lage der gedachten Symmetrieebene. Am schärfsten ausgeprägt war das Bild des symmetrischen Verhaltens bei der Aufsicht auf den freien Rand der Fußplatte. Von dem bereits in Taf. XIII Fig. 11 von der Fläche reproduzierten Objekt füge ich eine derartige Seitenansicht (Taf. XIV Fig. 19) bei.

Gelegentlich ist auch bei fünfzehigen Exemplaren eine symmetrische Bildung an der fraglichen Stelle vorhanden. Taf. XII Fig. 7 veranschaulicht ein derartiges Vorkommen.

Allerdings finden sich hier manchmal zahlreiche Einkerbungen des Fußplattenrandes, die nichts mit Symmetrieverhältnissen zu tun haben, eher sogar vorhandene symmetrische Anordnungen verschleiern.

Im Zusammenhang mit den soeben besprochenen Zuständen der äußeren Form der Gliedmaßen muß auch der Phalangenzahl der überzähligen Zehen gedacht werden, die die Vermutung wachruft, daß auch hier symmetrische Verhältnisse maßgebend sind.

Bekanntlich ist die Formel der Phalangenzahl bei dem nicht

hyperdactylen Vogelfuß 2, 3, 4, 5 (S. 478 Skeletsyst.). Es schließt sich also an den zweigliedrigen Hallux Zehe II mit drei Gliedern an. Genau so sind die Zahlenverhältnisse beim hyperdactylen Fuß, wenn man vom Hallux nicht zu Zehe II, sondern seinem andern Nachbar, Zehe *a*, schreitet. Wenigstens trifft das eben Gesagte, wie bereits früher besprochen, für die Mehrzahl aller Fälle zu. Es wäre also die Symmetrieebene durch den Hallux selbst verlaufend zu denken.

Es mag auch darauf hingewiesen werden, daß die Symmetrieebene in dem Interstitium zwischen Hallux und Zehe *a* liegen kann. Denn beim Vorkommen von zwei überzähligen Zehen findet sich gelegentlich (z. B. Textfig. 23 und Taf. XIII Fig. 13) die auf Zehe I tibialwärts folgende accessorische Zehe selbst ähnlich wie I, die darauffolgende Zehe *a* ähnlich wie Zehe II gegliedert.

Allerdings muß wieder betont werden, wie im speziellen Teil auseinandergesetzt wurde, daß auch andrerseits die Zahl der Phalangen in den überzähligen Zehen so stark variiert, daß zahlreiche Abweichungen von den geschilderten Verhältnissen zu verzeichnen sind. Zusammenfassend läßt sich nicht mehr sagen, als daß spiegelbildliche Wiederholungen der typischen Verhältnisse in dem hyperdactylen Teil des Fußes angedeutet sind, und daß möglicherweise die anfänglich als einheitliche Sprosse aus dem Blastem der I. Zehe entstehenden accessorischen Skeletteile ihre Gliederung in einzelne Abschnitte hier waltenden Symmetriegesetzen verdanken. Nach Bateson (94) ist ja überhaupt der Wunsch, symmetrische Bildungen hervorzubringen, »a universal character of the bodies of living things« (S. 20 l. c.). Nach ihm ist »Symmetry« ein »almost invariable companion of division and differentiation«. Warum allerdings dieses hypothetische Symmetriegesetz nicht überall durchgeführt ist, sondern so zahlreiche Ausnahmen erfährt, ist dabei ungewiß.

Diese ganzen Ausführungen tragen selbstverständlich nur den Charakter einer Idee, die ihren Ursprung hat in der Unmöglichkeit, eine tatsächliche Verdoppelung des Fußes anzunehmen, trotzdem äußerliche Andeutungen, scheinbar Ansätze zu einer solchen, bestehen.

3. Einige Bemerkungen zur Ätiologie der Hyperdactylie.

Die Ursachen, die zur Hyperdactylie führen, können in äußeren Einwirkungen auf die Extremität oder in innern, die unabhängig von der Außenwelt wirken, gesucht werden. Im ersten Fall wäre bei erblichen Mißbildungen anzunehmen, daß nicht die Mißbildung

als solche vererbt wird, sondern der äußere Faktor, welcher die Mißbildung anregt.

Von äußeren Faktoren ist in der Literatur besonders häufig eine vom Amnion ausgehende Wirkung beschuldigt. Speziell Amnionfäden spielen in den Erklärungsversuchen eine große Rolle; schon allein deshalb, weil in vereinzelten Fällen solche Fäden an der Stelle gefunden worden sind, wo man eine Abspaltung durch ihre Einwirkung anzunehmen geneigt war.

Beim Hühnchen sind derartige Fäden nicht bekannt. Mir ist es auch nicht gelungen, Amnionfäden zu finden, trotzdem ich eifrig danach suchte, fast alle meine Embryonen vor der weiteren Bearbeitung mit Hilfe des Präpariermikroskopes betrachtete und eigens zu diesem Zweck ein Tier, dessen Amnion völlig intakt war, mitsamt seinen Hüllen in Serienschnitte zerlegte.

Ein von außen wirkender Faktor in Gestalt von Amnionfäden darf also bei der Hyperdactylie der Hühner nicht als ursächliches Moment angesehen werden. Im Gegenteil, die durch die Entwicklungsgeschichte bewiesene außerordentlich frühe Anlage der accessorischen Zehen zu einer Zeit, wo sich in der Fußplatte überhaupt noch keinerlei Einkerbungen finden, spricht gegen jede äußere Entstehungsursache und legt den Verdacht nahe, daß, wenn bei andern Objekten in viel späteren Stadien Amnionfäden zwischen hyperdactylen Teilen gefunden wurden, diese sekundär in die betreffenden Vertiefungen geraten sind, nachdem das accessorische Gebilde längst entstanden war.

So könnte auch einer unsrer Befunde bei Unkenntnis der Entwicklungsgeschichte den Gedanken nahelegen, daß die Hyperdactylie beim Huhn eine durch Einwirkung des Allantoisstiels erzeugte Spaltung sei. Taf. XIV Fig. 20 zeigt, wie sich der Stiel genau an der fraglichen Stelle einschiebt.

In früheren Stadien liegt jedoch die Extremität weiter vorne (an ihrer späteren Anheftungsstelle) und in relativ größerer Distanz vom Allantoisstiel, trotzdem ist schon bestimmt und nachweisbar, ob das Füßchen hyperdactyl wird oder nicht, unabhängig also von der Berührung mit dem Allantoisstiel. Daß anderseits Einwirkungen äußerer Faktoren nicht prinzipiell bestritten werden sollen, geht aus meiner Beurteilung der Verdoppelung der Kralle an der Mittelzehe in dem auf Textfig. 39 abgebildeten Falle hervor.

Die seitliche Verschiebung der 4. Phalanx der III. Zehe kann in diesem Fall sehr wohl durch äußere Einwirkung entstanden sein,

die Bedeutung dieser Verschiebung in bezug auf die vorliegende Frage ist bereits (S. 510) besprochen.

Es ist mir auch ein Fall bekannt geworden, wo eine ausgesprochen pathologische Bildung des Amnion vorlag. Es handelte sich um ein Individuum, bei dem auch der Kopf durch eine besonders große Hernie des Gehirns mißgebildet war. Bei diesem Exemplar hat sich das Amnion, wie ein Fausthandschuh um die Hand gezogen zu werden pflegt, als vollständig geschlossene Hülle um den Fuß gelegt. In Taf. XIV Fig. 22 ist der Fuß innerhalb der Hülle dargestellt; Fig. 21 derselben Tafel zeigt die Hülle allein nach der Abstreifung von dem Füßchen.

Wie fest das Amnion den Fuß umschlossen haben muß, beweist dessen reliefartiger Abdruck, der sich auf der Amnionhülle befindet und auch auf der Abbildung gut erkennbar ist. Trotz der sehr festen Umlagerung und des Eindringens von Falten zwischen die einzelnen Zehen seitens des mißgebildeten Amnions zeigte das Füßchen zufällig keine Hyperdactylie, was nicht nur der äußeren Form nach, sondern auch mit Hilfe der Aufhellungsmethode festgestellt wurde.

Das bestärkt mich in meiner Anschauung, daß nicht äußere Faktoren, sondern innere, die noch nicht in allen Einzelheiten analysiert werden können, als ursächliches Moment der Hyperdactylie der Hühner angesehen werden müssen.

Literaturverzeichnis.

69. Anthony, R., Étude sur la Polydactylie chez les Gallinacés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Paris 1899. Vol. XXXV. pag. 711—750.

04. Ballowitz, Das Verhältnis der Muskeln und Sehnen bei Hyperdactylie des Menschen im Hinblick auf die Ätiologie dieser Mißbildungen. Verhandlungen der anatom. Gesellschaft. Jena 1904. S. 124—134.

83/85. Bardeleben, Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwiss. 1883 1. März, 27. April, 8. Juni. 1885 6. Februar. S. 27—32.

90. —— Präpollex und Prähallux und Postminimus. Verhandl. Anat. Gesellsch. 3. Versammlung. Berlin 1890. S. 140.

94. Barfurth, D., Die experimentelle Regeneration überschüssiger Gliedmaßenteile bei den Amphibien (Polydactylie). Archiv für Entw.-Mech. Bd. I. 1894. S. 91—116. 1 Tafel.

94. Bateson, W., Materials for the Study of Variation. London, Macmillan and Co.

83. Baur, G., Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier. Eine morphologische Studie. (2 Tafeln.) Morpholog. Jahrbuch. 1883. S. 417—473.

83. Boas, Bidrag til Opfattelsen af Polydactyli hos Tattedyrene. Videnscap. Middel. fra den Naturalist. Forening i Kjobenhavn 1883.

04. Braus, H., Die Entwicklung der Form der Extremität und des Extremitätenskeletts. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Herausgegeben von O. Hertwig. Bd. III. 1904. S. 318.

05. —— Einige Ergebnisse der Transplantation von Organanlagen bei Bombinatorlarven. Verhandlungen Anat. Gesellschaft. 18. Versammlung. Jena 1904. S. 66 und Anat. Anzeiger. Bd. XXVI. 1905. S. 462.

86. Cowper, The Pentadactylous pes in the Dorking fowl. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XX. pag. 593—595. 1886.

89. —— Hexadactylism. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXIII. pag. 242—249. 1889.

06. Davenport, Inheritance in Poultry. Washington. Published by the Carnegie Institution of Washington. pag. 20.

99. Dei Apelle, Considerazioni sulla iperdattilia nei Gallinacei domestici in Atti Accad. Fisiocritici. Siena. Vol. II. pag. 471—494. 1899.

69. Delplanque, E., Études tératologiques. Douai. Lucien Crepin, Éditeur. Imprimeur des Sociétés scientifiques et littéraires de Douai 1869. (In Straßburg vorhanden.)

95. Eisler, P., Die Homologie der Extremitäten. Halle, Verlag von Max Niemeyer, 1895. S. 193.

91. Gadow, Dr. H. G., Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. VI. Bd. Vierte Abteilung. Vögel. I. Anatomischer Teil. Leipzig 1891.

63. Gegenbaur, C., Vergleichend-anatomische Bemerkungen über das Fußskelett der Vögel. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1863. S. 450—472.

64. —— Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Carpus und Tarsus. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1864.

01 a. Ghigi, A., Sulla polidattilia dei Gallinacei. Monit. Zool. Ital. Anno 12. No. 7. pag. 178—179. 1901.

01 b. —— Anomalie negli arti posteriori di un pollo (con 4 figure). Ibidem. Anno 12. Firenze. No. 9. pag. 260. 1901.

01 c. —— Sul significato morfologico della polidattilia nei Gallinacei in Ricerche Lab. Anat. Roma. Vol. VIII. pag. 139—148. 1901.

94. Grönberg, G., Beiträge zur Kenntnis der polydactylen Hühnerrassen. Anat. Anzeiger. 1894. S. 509—516.

91. Howes and Hill, On the pedal Skeleton of the Dorking fowl with remarks on hexadactylism and phalangeal Variation in the Amniota. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXVI. pag. 395—403. 1891.

04. Inhelder, A., Fälle von Polydactylie bei Menschen und Haustieren. Diss. Bern 1904. S. 22—23.

86. Lang, Karl, Hühner mit sechs Zehen. Der Zoolog. Garten. XXVII. S. 35. Januar 1886.

95. Lewin, Ernst Gustav, Anatomische Untersuchung eines Kindes mit Polydactylie aller vier Extremitäten und anderweitigen Mißbildungen. Inaugural-Dissertation. Berlin. Juni 1895.

05. Lundvall, Halvar, Weiteres über Demonstration embryonaler Skelette. Anatom. Anzeiger. Bd. XXVII. 1905. S. 520—523.
25. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. 1825.
03. Prentiss, Polydactilism in Man and the Domestic animals. Bull. Mus. comp. Zool. Vol. XL. pag. 243—314. 1903.
73. Rosenberg, A., Über die Entwicklung des Extremitätenskelettes bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmaßen charakterisierten Wirbelthieren. Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. XXIII. 1873.
36. Saint-Hilaire, Geoffroy, Histoire générale et particulière des anomalies. Liv. V. Cap. II.
97. Tornier, G., Über experimentell erzeugte dreischwänzige Eidechsen und Doppelgliedmaßen von Molchen. Zool. Anzeiger. Bd. XX. 1897. S. 356—361 (auch ibidem Bd. XXIV. 1901. S. 488 und Archiv für Entw.-Mech. Bd. XX. S. 76—124).

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bemerkungen zu den Figuren und Verzeichnis der Abkürzungen für Tafel- und Textfiguren.

Die Bezeichnung der Vergrößerung enthält jedesmal unter der Marke O.-Vergr. die Angabe über die Größenverhältnisse zwischen der Originalzeichnung und dem Objekt, und unter D.-Vergr. die Angabe über dieses Verhältnis im vorliegenden Abdruck.

Br Knorpelbrücke zwischen den in Zehe I und Zehe *a* liegenden Knorpelstücken des hantelförmigen Frühstadiums,
E.d.c Extensor digitorum communis,
E.h.b Extensor hallucis brevis,
F Fibula,
Fe Femur,
F.h.br Flexor hallucis brevis,
F.h.l Flexor hallucis longus,
G Gelenkfläche,
Ga Gelenkfläche für das accessorische Glied *a*.
J Incisur des Metatarsale I.
Kn periostale Knochenröhre,
Kr Kralle,
L Laufknochen,
Lig.tr Ligamentum transversum,
L.N langer Nerv aus dem Plexus ischiadicus,
N.cr Nerv aus dem Plexus cruralis,
N.p.p Nervus peroneus profundus,
N.p.s Nervus peroneus superficialis,
Pr.l Processus lateralis tibiae,
Sp Sporn,
Sy Symmetrieebene,
T Tibia,

a accessorisches Glied (fünfte Zehe),
ana Anastomose,
as Allantoisstiel,
α accessorisches Glied (sechste Zehe, Matrix I),
α' accessorisches Glied (sechste Zehe. Matrix *a*),
d.T distales Tarsale,
e.G entblößte Gelenkfläche,
f Fibulare,
mt Metatarsale,
s Sulcus.
t Tibiale.
I—V Fingerstrahlen I—V,
1, *2*, *3*, *4*, *5* Grundphalanx, zweite, dritte, vierte Phalanx.

Tafel XII.

Fig. 1. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 24/1.

Ventrale Seite eines linken fünfzehigen Houdanfußes nach einem Aufhellungspräparat.

Stadium B. Es ist also laut Schema der Knorpelkern in Mt. I aufgetreten, weitere Knorpelkerne in Zehe I fehlen.

Sämtliche fünf Zehen sind vorknorpelig vorgebildet (hellgrau dargestellt). Knorpelkerne dunkel schattiert. Mt. V ist in der Zeichnung nicht sichtbar, wurde aber in der Serie nachgewiesen.

Fig. 2. O.-Vergr. 135/1. D.-Vergr. 113/1.

Schnitt aus einer Serie (Rekonstruktion der Serie in Fig. 3 abgebildet).

Stadium B. Die Knorpelkerne von Zehe *a* und Zehe I liegen etwas entfernt voneinander, sind aber durch eine feine Brücke (*Br*) verbunden.

Fig. 3. O.-Vergr. 46/1. D.-Vergr. 37/1.

Graphische Rekonstruktion von Zehe I und *a*. Rechtes Füßchen. Ansicht von innen. Der Vorknorpel ist durchsichtig gedacht, in ihm liegt central die knorpelige Anlage (hantelförmiges Stadium). Die äußere Linie gibt die Außenkonturen an.

Fig. 4. Vergr. und Art der Darstellung wie bei Fig. 3.

Graphische Rekonstruktion von Zehe I und *a*. Linkes Füßchen desselben Tieres, von welchem Fig. 3 stammt. Ansicht von der Dorsalseite.

Stadium B. Die Knorpelkerne der beiden Metatarsalia sind völlig getrennt.

* bezeichnet die Stelle, wo in der Rekonstruktion der natürliche Zusammenhang der Anlage mit der vorknorpeligen Fußplatte künstlich durchschnitten wurde.

Fig. 5. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 24/1.

Dorsale Seite eines linken fünfzehigen Houdanfußes nach einem Aufhellungspräparat und zugleich nach einer Serie.

Stadium C. Sämtliche Metatarsalia und Grundphalangen laut Schema vorhanden, desgleichen die 2. Phalangen für Zehe III und IV.

Die hellgrauen Strahlen stellen die Vorknorpelstrahlen dar, die dunklen den hyalinen Knorpel.

Fig. 6. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 24/1.

Teil eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E.

Fig. 7. O.-Vergr. 44/1. D.-Vergr. 30/1.

Graphische Rekonstruktion eines Teiles eines embryonalen Houdanfußes. Stadium E.

Die mit einem Sternchen (*) versehene Stelle läßt die ursprünglich parallel zu Metatarsale II (*Met.II*) verlaufende Stellung des Mt. I erkennen.

Fig. 8. O.-Vergr. 44/1. D.-Vergr. 30/1.

Graphische Rekonstruktion von Zehe I und *a* eines Fußskelets eines Houdanhuhnes.

Stadium E. Die Phalangen von Zehe I sind durchsichtig gedacht, so daß die darunterliegende Grundphalanx a_1 wahrgenommen werden kann. Dieselbe ist ein separates Knorpelstück.

Fig. 9. O.-Vergr. 30/1. D.-Vergr. 24/1.

Zehe I und a eines embryonalen Houdanfußes. Aufhellungspräparat. Stadium E. Die dunkleren Stellen in a deuten die Lage konzentrisch gruppierter Knorpelzellen an.

Tafel XIII.

Fig. 10. O.-Vergr. 47/1. D.-Vergr. 30/1.

Graphische Rekonstruktion der ventralen Seite eines linken sechszehigen Houdanfußes. Ende des Stadiums A, es fehlt also laut Schema der Knorpelkern in Mt. I.

Der Kontur ist nach der Photographie schematisch eingetragen. Sämtliche sechs Zehen sind vorknorpelig ausgebildet.

Die vorhandenen Knorpelanlagen sind durch die eingezeichneten Konturlinien gekennzeichnet.

Fig. 11. O.-Vergr. 36,6/1. D.-Vergr. 30/1.

Graphische Rekonstruktion der dorsalen Seite von Zehe I, α und a eines linken sechszehigen Houdanfußes. (Spiegelbildlich reproduziert.) Stadium C.

Fig. 12. O.-Vergr. 24/1. D.-Vergr. 24/1.

Graphische Rekonstruktion der ventralen Seite von Zehe I, α und a eines rechten sechszehigen Houdanfußes. Spiegelbildlich reproduziert.

Stadium E. Zehe α ist homokontinuierlich mit dem Metatarsale I (*Mt.I*) verbunden, während ihm Zehe I und a lose aufsitzen.

Fig. 13. O.-Vergr. 45/1. D.-Vergr. 30/1.

Graphische Rekonstruktion der vorknorpeligen und knorpeligen Teile von Zehe I, a und α eines sechszehigen Houdanfußes.

Stadium E. Metatarsale a (*Mt.a*) hat sich von Metatarsale I (*Mt.I*) abgetrennt. Zehe I und α besitzen in ihren Grundphalangen knorpelige Centren. Zwischen Mt. I und Zehe α besteht Homokontinuität. Das Sternchen (*) bezeichnet die Stelle, an welcher ursprünglich der Vorknorpel (Zehe I) mit der allgemeinen Vorknorpelplatte proximalwärts zusammenhing. *Sy* bezeichnet die Lage der Symmetrieebene.

Fig. 14. O. Natürliche Größe. D.-Vergr. 5/6.

Linker Fuß eines ausgewachsenen Houdanfußes. Muskelpräparat. Extensoren.

Fig. 15. Wie Fig. 5.

Fig. 16. Wie Fig. 5 und 6, aber hier Flexorenseite.

Fig. 17. O.-Vergr. 32/1. D.-Vergr. 27/1.

Rekonstruktion der dorsalen Seite eines rechten Houdanfußes.

Stadium E. Die punktierte Partie eines der auf Zehe I liegenden Nervenästchen war in der Rekonstruktion nicht zu ermitteln. Das fehlende Stück ist aber wahrscheinlich so zu ergänzen, wie es die punktierten Doppellinien angeben.

Fig. 1.

Fig. 2.

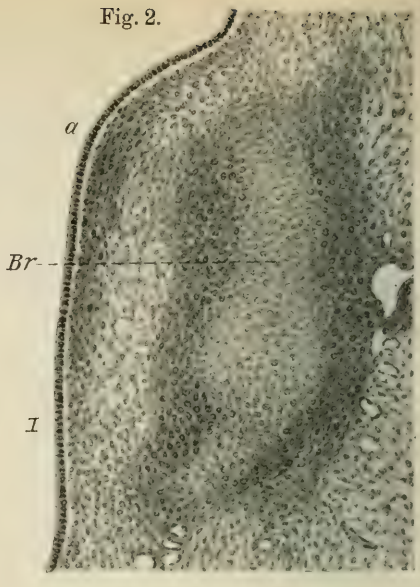


Fig. 6.

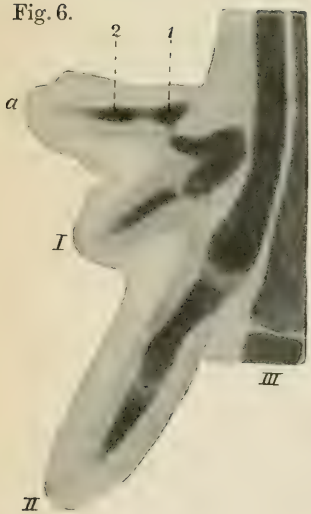
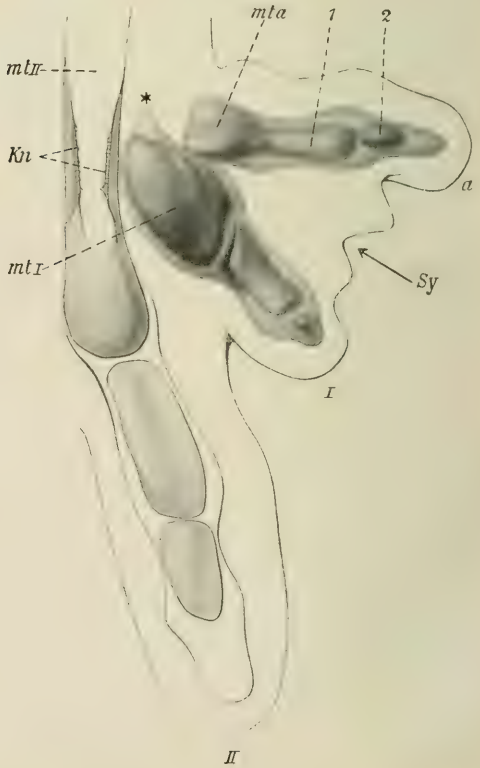


Fig. 7.



Verlag von Wilhe

Fig. 3.

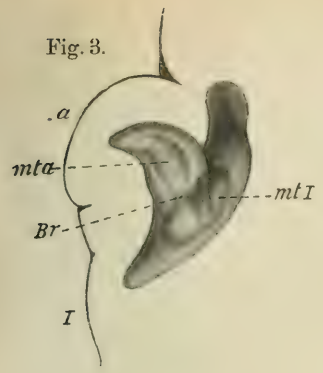


Fig. 4.

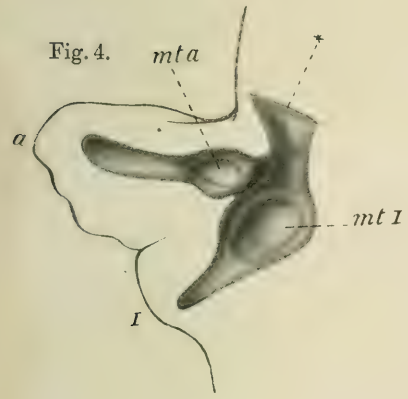


Fig. 5.

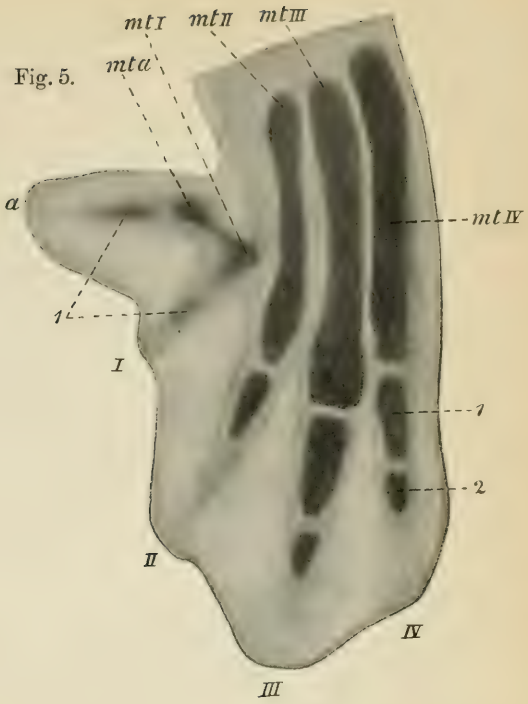


Fig. 8.

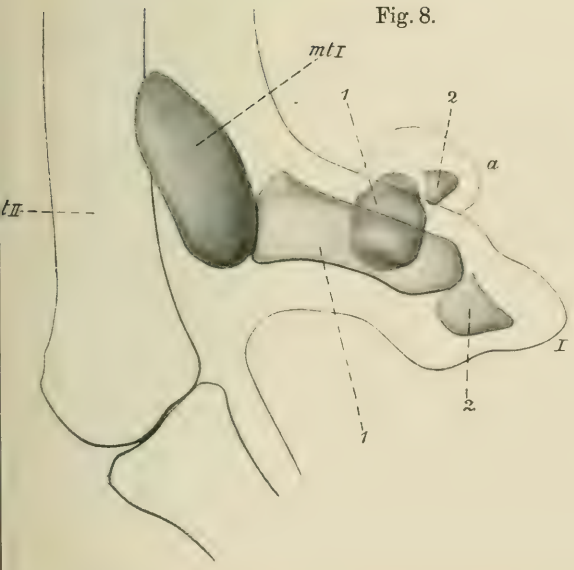
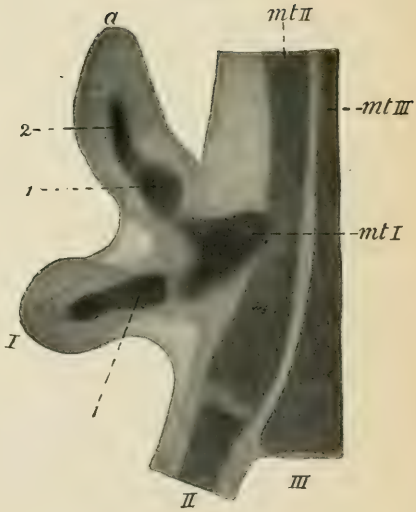


Fig. 9.



Engelmann in Leipzig.

Fig. 10.

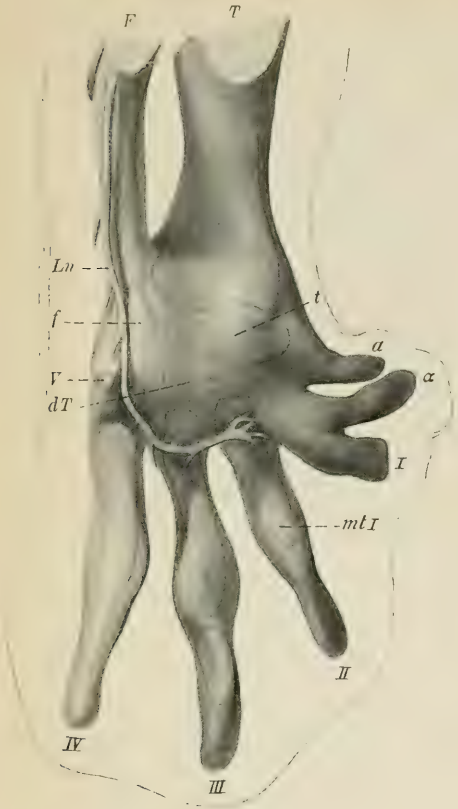


Fig. 11.

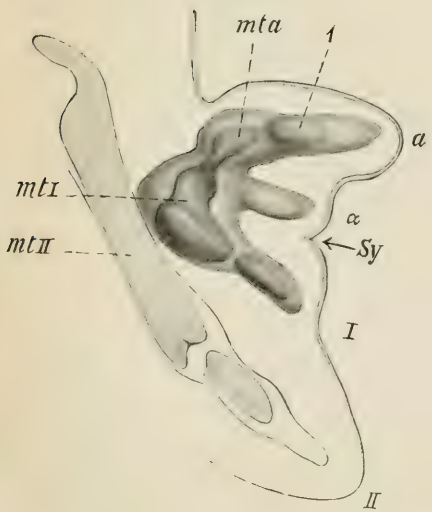


Fig. 12.

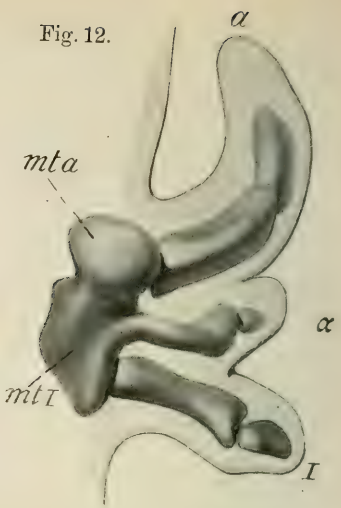
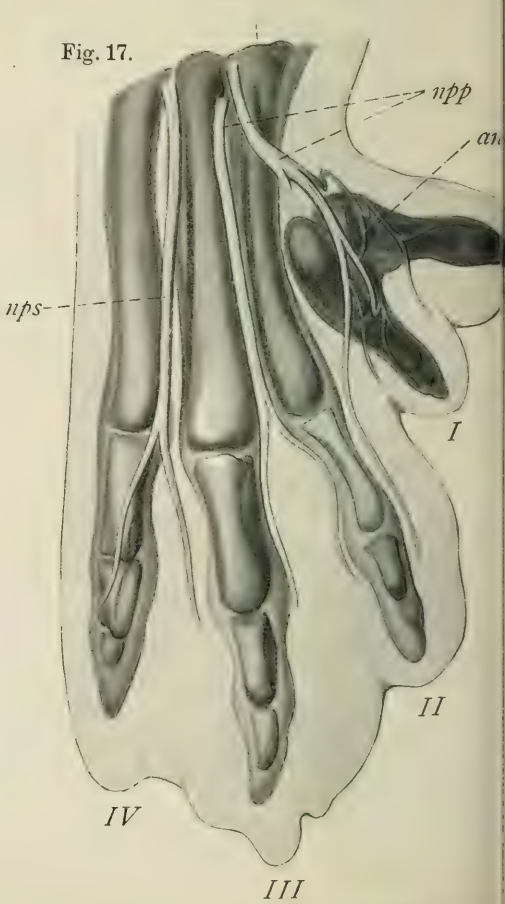


Fig. 17.



Verlag von Wilhelm

Fig. 13.

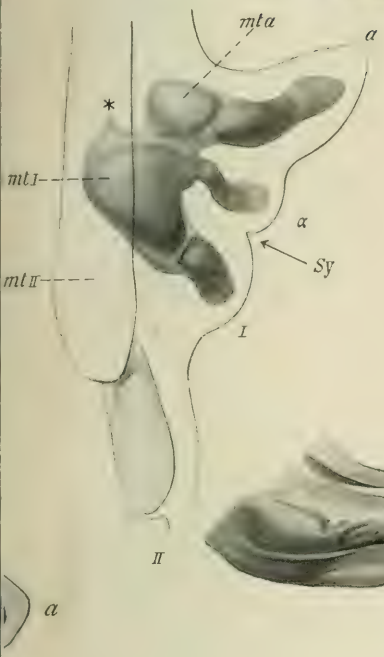


Fig. 14.

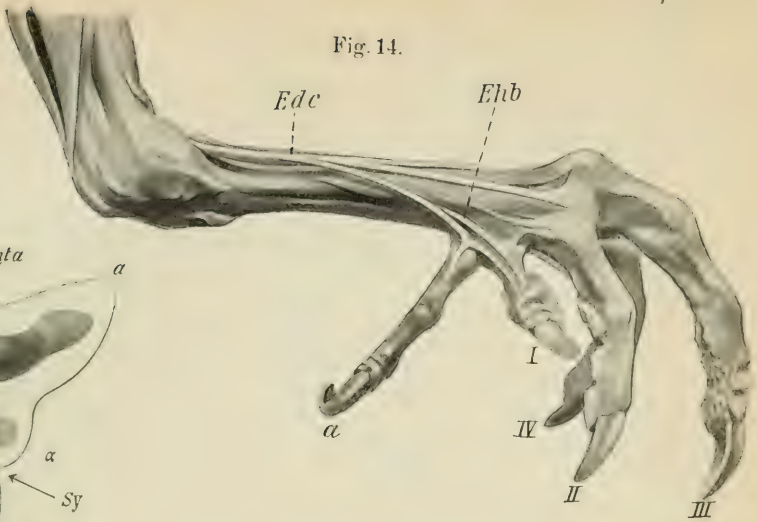


Fig. 15.

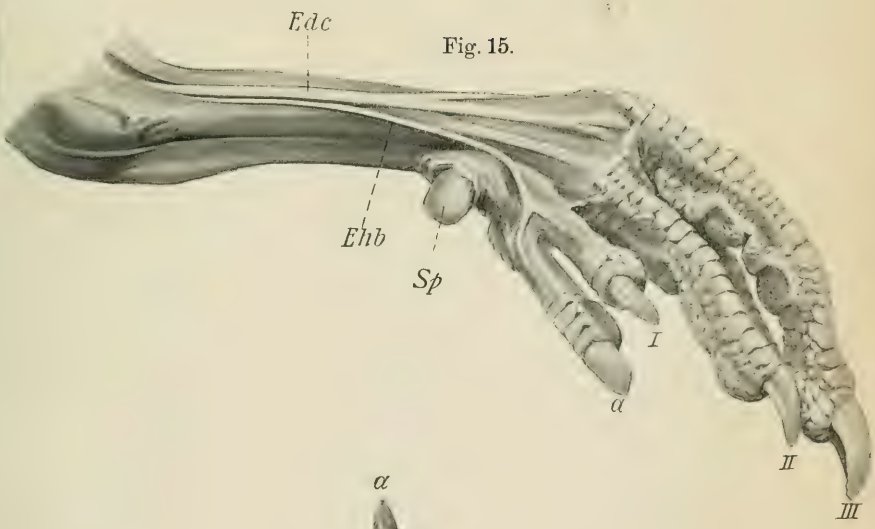
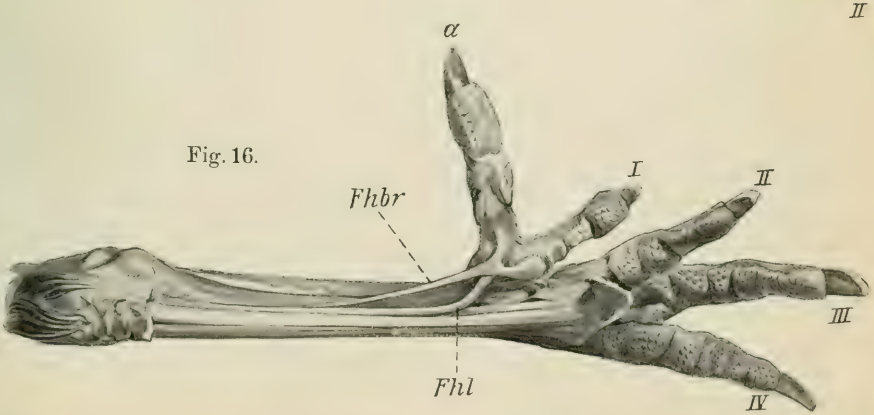


Fig. 16.



lmann in Leipzig.

Fig. 19.

Fig. 21.

Fig. 20.

Fig 19

Fig 21

Fig 22

Fig 20.

Fig 18

Tafel XIV.

Fig. 18. O.-Vergr. 5/1. D.-Vergr. 4/1.
Photographie eines sechszehigen Houdanfüßchens von einem Embryo kurz vor dem Ausschlüpfen.

Fig. 19. O.-Vergr. 5/1. D.-Vergr. 4/1.
Photographie eines sechszehigen embryonalen Houdanfüßchens. Ansicht des distalen Randes der Extremitätenplatte.
Stadium C.

Fig. 20. O.-Vergr. 5/1. D.-Vergr. 4/1.
Photographie eines Embryo des Houdanhuhnes in den intakten Eihüllen. Ansicht der linken Seite.

Fig. 21. O.-Vergr. 6/1. D.-Vergr. 5/1.
Photographie der abgestreiften Amnionhülle desselben Objekts wie in Fig. 13.

Fig. 22. O.-Vergr. 6/1. D.-Vergr. 5/1.
Photographie eines Houdanfüßchens in seiner atypischen, faust-handschuhartig gestalteten Amnionumhüllung.

Untersuchungen über den Bau des sympathischen Nervensystems der Säugetiere.

Von

A. J. P. v. d. Broek,

Privatdozent in Amsterdam.

II. Teil.

Der Rumpf- und Beckensympathicus.

Mit 16 Figuren im Text.

I. Einleitung.

Im Anschluß an meine im 37. Bd. dieser Zeitschrift veröffentlichten Untersuchungen über den Bau des Halssympathicus der Säugetiere bringt diese Folge die Morphologie des Rumpf- und Beckengrenzstranges mit seinen hauptsächlichen Verzweigungen.

Für die Literatur gilt auch hier, daß sie eine ziemlich beschränkte ist. Für die Morphologie sind wir hauptsächlich angewiesen auf die Monographien oder Hand- und Lehrbücher der Anatomie von einzelnen Säugetieren (*Homo*, Gorilla, *Canis*, *Lepus*) oder Tiergruppen (Haussäugetiere), nur vereinzelt kommen spezielle Beschreibungen des Sympathicus mehrerer Tiere vor, z. B. in der Arbeit von J. Fischer über den Sympathicus einiger Haussäugetiere, in derjenigen von Langley und Anderson (8) über die Innervation der Beckeneingeweide. Auch die physiologische Literatur ist nicht sehr ausgedehnt, erst in letzter Zeit ist die Physiologie des Grenzstranges und seiner Ganglien von Langley (Katze) verarbeitet worden. Dieselben Erwägungen, von welchen ich mich bei der Abfassung des ersten Teiles dieser Untersuchung habe führen

lassen, gelten auch hier. Zweck der Untersuchung war an erster Stelle, die Morphologie des Grenzstranges und seiner Hauptäste kennen zu lernen. Daher sind die Zweige nicht in allen ihren peripheren Ausbreitungen untersucht worden und die feinsten, die segmentalen Arterien begleitenden Fäden außer acht gelassen. Überhaupt lassen sich diese feinen Nervchen an fixiertem Material fast nicht makroskopisch präparieren.

Meistens wurde von jeder Tierspecies nur ein Vertreter, und davon die rechte Körperseite, untersucht.

Wie der 1. Teil, so zerfällt auch diese Folge in zwei Hälften. In der ersten gebe ich die systematische Beschreibung meiner Befunde, in der zweiten eine Übersicht des Systems von allgemeinen Standpunkten aus.

Zwischen Hals- und Rumpf- (und Becken-)gebiet besteht der prinzipielle Unterschied, daß in letzterem der metamere Aufbau des Körpers weit besser bewahrt blieb. Kam es durch die verloren gegangene Metamerie am Halse zu sehr eigentümlichen Veränderungen im Baue des Sympathicus, welche eine systematische Beschreibung eines jeden Befundes notwendig machten, so sind im Rumpf- und Beckenabschnitte die Differenzen der verschiedenen Species bei weitem nicht so hervortretend. Ich verfahre daher bei meinen systematischen Auseinandersetzungen so, daß ich von jeder untersuchten Species meine Angaben möglichst kurz gestalte und nur dasjenige, was kennzeichnend oder von andern Formen abweichend ist, im besonderen hervorhebe. Auch hier muß ich einige kurze Bemerkungen über die Nomenklatur vorausschicken, namentlich über die Nn. splanchnici.

Soweit mir bekannt ist, stammt der Namen Nn. splanchnici aus der menschlichen Anatomie, wo er angewendet wird für jene Nerven, welche den Brust-Grenzstrang verlassen, um sich durch eigne Öffnungen im Diaphragma zu den Eingeweiden zu begeben, hauptsächlich zum Ganglion solare.

Nun gibt es mehrere Säuger, bei denen ein N. splanchnicus im Sinne der menschlichen Anatomie nicht vorkommt, da der diesem Nerven homologe Strang erst den Bauchsympathicus verläßt, um sich zu den Eingeweiden zu begeben. Dazu kommt, daß auch bei Tieren mit einem N. splanchnicus die Fäden dieses Nerven sich mit solchen Zweigen vereinigen, welche den Bauchgrenzstrang verlassen, ohne daß, abgesehen vom Diaphragma, eine exakte Grenze für den N. splanchnicus angegeben werden kann.

Nach Langley könnte man solche, dem Bauchgrenzstrang entstammenden Zweige als »Nervi splanchnici-inferiores« benennen, doch wendet er selber, um Konfusionen vorzubeugen, den Namen »Rami spinales« an.

Ich fasse alle, dem Rumpfgrenzstrang entstammenden Zweige einfach als Rami splanchnici zusammen, welche sich als Rr. splanchnici thoracales und lumbales unterscheiden lassen, ohne daß irgendein prinzipieller Unterschied zwischen diesen besteht.

Weiter muß noch die Aufmerksamkeit gelenkt werden auf einen ziemlich starken Nerven, welcher das G. (bzw. die Ganglia) mesentericum inf. verläßt, um sich zu den Beckeneingeweiden zu begeben, hauptsächlich zum Blasengrunde und dem Anfange des Uro-genitaltractus. Von Langley und Anderson ist dieser Strang als N. hypogastricus unterschieden worden, welchen Namen ich beibehalten werde; er kommt mir zutreffender vor als der Namen N. mesentericus inferior, welcher ihm von Justchenko (4) beigelegt wurde.

Schließlich sei bemerkt, daß ich den Plexus sacralis nicht untersuchte, daß daher auch die zu den caudalen Enden des Tractus intestinalis und uro-genitalis ziehenden Zweige einiger Sacralnerven und der hauptsächlich dadurch gebildete Plexus hypogastricus inferior außer acht bleiben.

Zu den Figuren sei folgendes bemerkt: Die Befunde bei einem, meistens weniger bekannten Vertreter einer Ordnung wurden in einer Figur wiedergegeben; die Angaben der andern Formen können damit verglichen werden. Zur bequemeren Vergleichung sind alle Figuren nach einem Schema angefertigt; sie erheben also keinen Anspruch auf Genauigkeit der topographischen Verhältnisse.

Der Übersichtlichkeit wegen wählte ich als obere Grenze die Art. subclavia, so daß das obere Ende der Figuren dieses Abschnittes sich deckt mit dem unteren Ende der betreffenden Figuren im ersten Teile.

Hauptsächlich kamen dieselben Tiere zur Untersuchung, nur von wenigen konnte ich entweder den Rumpf- oder den Halssympathicus nicht untersuchen.

Bezeichnungen, welche den Figuren gemeinschaftlich sind.

a.s.d Art. subclavia dextra,
a.i.s Art. intercost. suprema,
a.i.p Art. intercost. prima,
a.c Art. coeliaca,
a.m.s Art. mesent. sup.,
a.m.i Art. mesent. inf.,
a.i.c Art. iliaca comm.,
a.s.m Art. sacralis media,
b.s Brustgrenzstrang,
d Diaphragma,
g Ganglion im N. splanchnicus,
g.st G. stellatum,
g.s G. solare,
g.m.i G. mesent. inf.,
g.l G. lumbale,
g.r G. renale,
g.i G. impar,
l.s Lumbalgrenzstrang,
n.h N. hypogastricus,
n.spl N. splanchnicus,
o.v Ostium des Vagusastes im Diaphragma,
pl.h Plexus hypogastricus sup.,
r.a Ramus aorticus,
s.s linksseitiger Grenzstrang,
L.I erster Lumbalnerv,
S.I erster Sacralnerv,
Ca.I erster Caudalnerv,
X N. vagus.

Monotremata.

Echidna aculeata (Fig. 1).

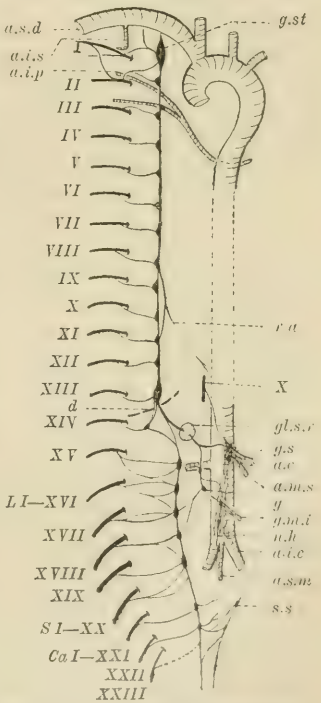
Beginnen wir unsre Beschreibung mit dem Brustteile, so sei daran erinnert, daß die Rr. comm. des 1. und 2. Brustnerven (letzterer teilweise) in das G. stellatum sich einsenken. Ein Teil des R. comm. dieses letzten Nerven geht zu einem dreieckigen Knoten im 2. Intercostalraum.

Vom 3. bis zum 12. Thoracalnerven verbinden sich die betreffenden Rr. comm. mit kleinen dreieckigen Ganglien, welche (in den Intercostalräumen lagernd) dem Grenzstrang aufsitzen, und zwar caudal von den Artt. intercostales (Fig. 1 *a.i.p*).

Zwischen den Ganglien des 8. und 11. Brustnerven ist der Grenzstrang verdoppelt. Vom dickeren medialen Strange verläuft ein dünner Nerv zur Aorta (Fig. 1 *r.a*).

Unterhalb des Knotens im 12. Intercostalraum biegt der ganze Grenzstrang etwas medianwärts und geht in einen großen spindelförmigen Knoten über, welcher durch Rr. comm. mit dem 13. und 14. Nerven verbunden ist.

Fig. 1.



Rumpf- und Beckenteil des Sympathicus von *Echidna aculeata*. Bezeichnung wie angegeben. Dazu: *r.a* Ramus des Brustgrenzstranges zur Aorta.

Vom letztgenannten bietet der R. comm. ein besonderes Verhältnis, welches wir jedoch noch einige Male an dem Übergange von Brust und Bauchgrenzstrang in der Säugerreihe wiederkehren sehen, weshalb ich es hier ausführlicher beschreibe.

Vom betreffenden Nerven (14.) ausgehend, begibt sich der R. comm. zu einem kleinen Ganglion. Hier teilt er sich in zwei Äste. Ein Ast, von zwei feinen Fäden gebildet, verläuft schräg cranialwärts und verbindet sich mit dem großen spindelförmigen Knoten des 13. Brustnerven. Der zweite Ast geht medianwärts und begibt sich zum Bauchgrenzstrange (Fig. 1).

Unterhalb des obengenannten großen Knotens (bei N. th. 13 und 14) durchsetzt der ganze Sympathicus in einem schräg medianwärts gehenden Verlaufe das Diaphragma. Es besteht somit hier kein Nervus splanchnicus.

Unterhalb des Zwerchfelles teilt sich der Grenzstrang in zwei sehr ungleich starke Teile. Der bei weitem stärkere setzt den Verlauf des Hauptstammes fort und senkt sich, nachdem zwei äußerst feine Fäden zur Niere abgegeben sind, gänzlich in die Nebenniere (Fig. 1 *gl.s.r*) ein. Der zweite Teil zieht caudalwärts und bildet, auf den Querfortsätzen der Lendenwirbel lagernd, den Anfang des Bauchgrenzstranges. Verfolgen wir zunächst letzteren.

In ziemlich regelmäßig gelagerten Ganglien empfängt er die Rr. comm. der weiteren (15. bis 19.) thoraco-lumbalen Spinalnerven, ferner vom einzigen Sacralnerven (*S I*) und von den Caudalnerven (*Ca I—IV*).

Im unteren Bauch- und Beckenteile nähern sich die beiderseitigen Grenzstränge allmählich, im Caudalteile kommen hin und wieder Queranastomosen zwischen beiden vor. Von den Rr. comm. sei hervorgehoben, daß sie meistens in der Mehrzahl vorhanden sind. Dabei verlaufen sie gewöhnlich nicht zu einem einzigen, vielmehr zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien. Der Verlauf der Rr. comm. durch den M. psoas ist öfters ein stark bogenförmiger, wobei eine bestimmte Beziehung zu den Querfortsätzen der Lendenwirbel nicht zu verkennen ist (vgl. z. B. *Dama*). Dabei liegt die Verbindung mit dem betreffenden Spinalnerven nicht, wie im Brustteile, immer dicht am Foramen intervertebrale, sondern ist manchmal weiter peripherwärts auf den Nerven verlegt.

Auch von physiologischer Seite ist auf die gelegentliche Vermehrung der Rr. comm. eines einzigen Spinalnerven hingewiesen worden. So sagt Langley in seiner Arbeit »Über das sympathische und verwandte nervöse System« S. 837:

»In allen diesen Fällen (der Anordnung von prä- und postganglionären Fasern) verläuft die große Mehrzahl der von einem Ganglion abgegebenen Fasern im grauen Ramus — richtiger in den grauen Rami, da es deren gewöhnlich mehr als einer ist — zu dem entsprechenden Spinalnerven.«

Ich zitiere die Arbeit Langleys, um schon hier die Bemerkung einschalten zu können (wie ich es auch im ersten Teil dieser Arbeit tat), daß ich die Rr. comm. beschreiben werde, ohne auf Farbenunterschiede einzugehen. Obschon solche an den Tieren, die in frischem Zustande zur Untersuchung kamen, hin und wieder beobachtet werden konnten, so war es beim konservierten Materiale jedoch nicht möglich. Im allgemeinen Teile komme ich auf die Unterschiede der weißen und grauen Rami und ihre Bedeutung zurück.

Verfolgen wir den Teil des Grenzstranges, der in die Nebenniere eintrat, so kommen an der Medialseite dieses Organs zwei Nerven zum Vorschein. Der mehr craniale verläuft medianwärts zu der großen gangliösen Masse, die als Ganglion solare oder Plexus solaris bekannt ist.

Das Ganglion, das der gemeinschaftlichen Ursprungsstelle der Artt. coeliaca und mesenterica sup. seitlich angelagert ist, läßt zwei direkt aneinander grenzende Ganglien erkennen. Es bestehen rings um die Arterie breite Anastomosen mit den anderseitigen Ganglien.

In den oberen Rand des G. solare tritt ein Ast des N. vagus (Fig. 1 *X*) ein.

Das periphere Gebiet des Solarknotens hält sich, soweit es verfolgt wurde, an die Gebiete der Artt. coel. und mesent. sup., während es, durch den Plexus aorticus, mit dem G. mesent. inferius in Verbindung steht.

Der zweite Nerv, welcher aus der Nebenniere hervortritt, begibt sich, retroperitoneal gelagert, caudalwärts. In seinem Verlaufe wird in der Höhe der Nierenarterie ein Ganglion angetroffen, von dem ein Nervenplexus sich mit dieser Art. zur Niere begibt. Weiter caudaul besitzt der Nerv ein kleines Ganglion (Fig. 1 *g*), das zugleich einen Ast vom Grenzstrange empfängt, und zwar von den Knoten, die den 17. und 18. Thoraco-Lumbalnerven angehören. Seinen Verlauf fortsetzend, geht er schließlich in ein Ganglion über, das an der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. lagert (Fig. 1 *g.m.i*), und dessen periphere Zweige die genannte Arterie begleiten. Ein Ast, der N. hypogastricus, ist im besonderen zu nennen; er begibt sich, retroperitoneal, ins kleine Becken, zur Blase und deren Umgebung.

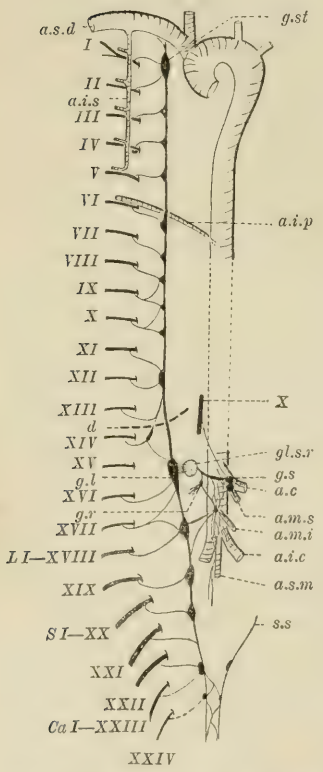
Schließlich gehen einige dünne Zweige vom Caudalgrenzstrange aus, welche zur Art. caudalis verfolgbar sind.

Ornithorhynchus paradoxus (Fig. 2).

Wie der Halsteil, so kommt auch der Brust-Bauch-Beckenteil des Grenzstranges dem allgemeinen Säugetiertypus etwas näher als der bei *Echidna*.

Vom Grenzstrange (Fig. 2) seien die folgenden Besonderheiten hervorgehoben. Die Rr. comm. des 1. und 2. Thoracalnerven gehen zum G. stellatum, diejenigen des 3. bis 10. zu regelmäßig angeordneten Ganglien am Brustgrenzstrange. Ich fand diese Rami, wie bei *Echidna* (Fig. 1), fast alle einfach.

Fig. 2.



Rumpf- und Beckenteil des Sympathicus von *Ornithorhynchus paradoxus*. *g.l* Ganglion am Anfange des Lumbalgrenzstranges.

Sodann folgt eine große spindelförmige Anschwellung, welche die Rr. comm. des 11., 12., 13. und teilweise auch des 14. Nerven erhält. Diejenigen des 13. und 14. haben dadurch einen steil aufwärts gerichteten Verlauf. Vom R. comm. des 14. gilt dasselbe wie von *Echidna*. Auch hier liegt ein kleines Ganglion im Verlaufe.

Der ganze Grenzstrang biegt unter dem großen Ganglion caudo-medianwärts, durchsetzt das Diaphragma und geht in ein großes, gleichfalls spindelförmiges Ganglion (Fig. 2 *g.l*) über. Auch hier kommt es also nicht zur Bildung eines N. splanchnicus. Ein Unterschied mit *Echidna* besteht jedoch insofern, als der Sympathicus nach seinem Durchtritte durch das Diaphragma hier in ein Grenzstrangganglion sich einsenkt, während er bei *Echidna* fast gänzlich in die Gl. suprarenalia sich begibt.

Besagtes Ganglion empfängt die Rr. comm. des 16. und 17. Rumpfnerven. Vom 15. Rumpfnerven habe ich keinen R. comm. gefunden.

An der Medialseite treten aus ihm eine große Zahl parallel verlaufender Nervenfasern hervor, die größtenteils zur Nebenniere, während einige wenige Fasern zur Niere gelangen. Im Verlaufe dieser Fasern liegt ein kleines G. renale.

Am unteren Pole geht das Ganglion in den Bauchgrenzstrang

über. Sein Verhalten kommt mit den Befunden bei *Echidna* überein, gibt also zu keinen besonderen Erwähnungen Anlaß. Der an der Medialseite der Nebenniere hervortretende Ast geht zum größten Teile zum G. solare, das auch hier aus zwei kurz zueinander gelagerten Knoten besteht. In den oberen der zwei tritt ein Vagusast ein. Mittels des Plexus aorticus steht der Solarknoten mit dem G. mesent. inf. in Verbindung. Der meist caudale Ast, welcher vom Grenzstrange zu diesem Knoten verläuft, entstammt jenem aus der Höhe des Ganglions des 19. Thoraco-Lumbalnerven.

Ein deutlicher Nervus hypogastricus ließ sich im Plexus hypogastricus sup. nicht unterscheiden. Er war durch mehrere feine Fäden vertreten.

Marsupialia.

Didelphys marsupialis.

Der Brustgrenzstrang ist von außerordentlicher Dünnheit, bis zum 8. Thoracalnerven mit regelmäßig in den Intercostalräumen angeordneten kleinen runden Ganglien besetzt, welche die Rr. comm. der betreffenden Spinalnerven aufnehmen. Beim 4., 5. und 8. Thoracalnerven fand ich doppelte, durch die Art. interc. getrennte Rr. comm., bei den übrigen waren sie einfach. An der Eintrittsstelle des R. comm. vom 9. Thoracalnerven bestand kein Ganglion, dagegen senkten diejenige des 10. bis 12. (letzten) Thoracalnerven sich in einen langgestreckten, direkt oberhalb des Diaphragmas gelagerten Knoten ein. Am unteren Ende desselben teilt sich der Grenzstrang in zwei Teile, der stärkere Ramus splanchnicus verläuft medianwärts, die Fortsetzung des Grenzstranges lateral. Beide gehen durch eine einzige Öffnung des Diaphragmas.

In der Bauchhöhle treten in den Grenzstrang die sehr langen, den M. psoas durchsetzenden Rr. comm. der 6 Lendennerven ein. Für den 14. und 15. (L. 2 und 3) Thoraco-Lumbalnerven besteht ein einziger Knoten.

Am Eingange des Beckens war der Grenzstrang durchschnitten, so daß der Beckenabschnitt nicht verfolgt werden konnte. Auch die Verhältnisse der Eingeweidenerven konnten nicht näher studiert werden. Wahrscheinlich verließ der meist caudale Zweig, der vom Grenzstrange in das Peritoneum (zum G. mesent. inf.) zog, den Strang in der Höhe des Ganglion vom 16. (L. 4) Thoraco-Lumbalnerven.

Auch von *Cuscus maculatus* konnte ich den Grenzstrang nur bis zum 1. Lumbalnerven untersuchen. Ich muß mich daher mit einigen Bemerkungen über den Brustgrenzstrang begnügen.

Im vierten Spatium intercostale liegen die erste Intercostalarterie sowie der erste Knoten des Brustgrenzstranges. Bis zum 9. Spatium liegen die Ganglien regelmäßig, empfangen die einfachen Rr. comm. der zugehörigen Spinalnerven bis zum 7., während die doppelten Rr. comm. des 8. und 9. Th.-Nerven je zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien verlaufen.

Die Rr. comm. des 10., 11., 12. Thoracalnerven ziehen zu einem einzigen großen Knoten, der R. comm. des 13. (letzten) Thoracalnerven zum nächstfolgenden Ganglion. Der Grenzstrang passiert das Diaphragma und teilt sich erst in der Bauchhöhle in zwei Stränge, einen medialen zu den Eingeweiden ziehenden, der also den Ramus splanchnicus vorstellt, und einen dünnen lateralen, die Fortsetzung des Grenzstranges. Wie gesagt, konnte dieser Strang nur bis zum nächstfolgenden Ganglion verfolgt werden.

Vollständiger konnte ich den Brust-Bauch-Beckengrenzstrang bei einem großen Beuteljungen von *Halmaturus spec.* (Fig. 3) untersuchen.

Das G. stellatum (*G.st*) bezieht von den Brustnerven die Rr. comm. des 1. und 2. Der R. c. der 3. verläuft schräg aufwärts und tritt von unten her in das G. stellatum ein.

In der Höhe des 4. Intercostalraumes liegen erste Intercostalarterie und 1. Brustknoten. Bis zum 8. verlaufen die Rr. comm. ein wenig schräg caudalwärts zu entsprechend angeordneten Ganglien. Vom 9. bis zum 11. Thoracalnerven ziehen zwei Rr. comm. zum entsprechenden und zum nächstfolgenden Knoten. Derjenige vom 12. Thoracalnerven geht schräg aufwärts (unter Kreuzung des caudalen R. comm. vom 11. Th.-Nerven) zum Ganglion im 11. Intercostalraum. Nach Aufnahme des R. comm. vom 13. (letzten) Thoracalnerven (ohne Ganglion) tritt der Grenzstrang durch das Diaphragma und bildet in der Höhe der Eintrittsstelle des R. comm. vom 14. Th.-L.-Nerven ein großes Ganglion.

Aus ihm tritt der Bauchgrenzstrang als dünner Nerv hervor, um in vier regelmäßig angeordneten Knoten die Rr. comm. der fünf übrigen Lumbalnerven zu empfangen. Von diesen Rr. comm. kommen je zwei einem Lumbalnerven zu (Fig. 3).

Im Sacralabschnitte zählte ich zwei gut umgrenzte Ganglien, durch einfache Rr. comm. mit den Sacralnerven verbunden. Als sehr feiner Strang geht sodann der Sympathicus schwanzwärts weiter.

Zweigen des Grenzstranges. Im Brustabschnitte besteht nichts von Rami splanchnici. An der medialen Seite des großen 1. Lumbalknotens tritt eine große Zahl meist feiner Nerven hervor, die sich

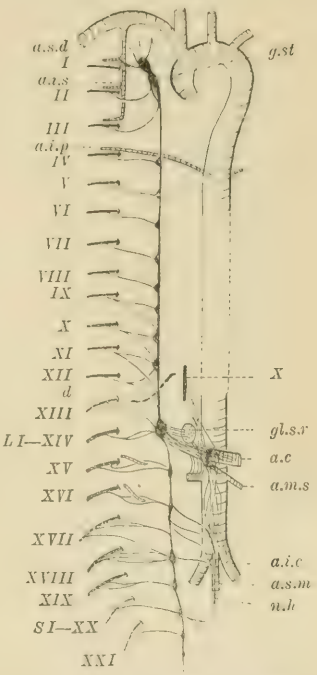
bald plexusartig verbinden. Diese Fäden müssen als Rami splanchnici gedeutet werden.

Vom Plexus treten Äste zur Nebenniere, zur Nierenarterie, größtenteils jedoch zu einem großen halbmondförmigen G. solare, das die Ursprungsstellen der Art. coeliaca und A. mesent. sup. seitlich bedeckt und mit dem anderseitigen G. solare breite Verbindungen eingeht.

Hier treten die Fäden heraus, die sich den großen Eingeweidearterien entlang verzweigen. In den die Art. coeliaca begleitenden Plexus tritt ein dünner Vagusast ein.

Von dem Lumbalgrenzstrange ziehen mehrere Fäden in das Peritoneum zur Verstärkung des Plexus aorticus. Der meist caudale Ast dieser Rami splanchnici lumbales liegt zwischen den Ganglien des 17. und 18. Th.-L.-Nerven. Eine Art. mesent. inf. fehlte. Auch ein Ganglion konnte ich im unteren Teile des Plexus aorticus nicht auffinden. Wohl aber verlief ein ziemlich starker Nerv. hypogastricus aus dem Plexus aorticus zur Blase und zu den inneren Genitalien (Fig. 3 *n.h*).

Fig. 3.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Halmaturus spec.* Bezeichnung wie angegeben.

In der Höhe des 1. Sacralknotens verbanden einige feine Fäden den Grenzstrang mit dem Plexus hypogastricus inferior, der seitlich dem unteren Darm- (Rectum) und Blasenende, bzw. dem Uro-genital-Kanal anliegt. Dieser Plexus wird hauptsächlich aus direkten Zweigen des 2. Sacralnerven gebildet.

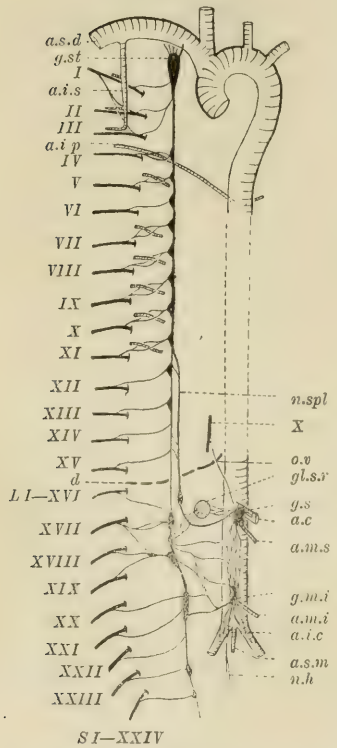
Insectivora.

Erinacaeus europaeus (Fig. 4).

Die untere Grenze des G. stellatum wird vom R. comm. des 3. Brustnerven gebildet. Von da an bildet der Brustsympathicus einen Strang mit fast direkt aufeinanderfolgenden Knoten von dreieckiger Form (Fig. 4). Diese Form ist wohl den kurzen Abständen

der aufeinanderfolgenden Foramina intervertebralia zuzuschreiben. Bis zum 13. Thoracalnerven verlaufen die Rr. communicantes zu den entsprechenden Ganglien, nach und nach in einer mehr cranialen Richtung (Fig. 4). Sie sind teilweise verdoppelt, eine kleine Ansa um die zugehörige Art. intercostalis bildend. Sowohl am Eintritt in das Ganglion als auch am Nerven ist jedoch der R. comm. einfach.

Fig. 4.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Erinaceus europaeus*. Bezeichnung wie angegeben.

Beim Eintritte des R. comm. vom 14. und 15. (letzten) Thoracalnerven in den Grenzstrang sah ich keine Ganglien, sie verlaufen stark aufwärts. Das Ganglion des 13. Nerven war klein.

Im Gegensatz mit dem R. comm. des letzten Brustnerven verläuft jener des 16. thoraco-lumbalen Nerven (*L I*) stark caudalwärts zu einem großen Knoten, der außerdem einen doppelten R. comm. des 17. Nerven empfängt. 18. und 19. Thoraco-Lumbalnerv senden die Rr. comm. zu einem einzigen großen Ganglion des Bauchgrenzstranges, desgleichen der 20., 21. und 22. Unterhalb des Knotens verdünnt sich der Grenzstrang plötzlich erheblich und wird zu einem dünnen Nerv, der ohne Ganglienbildung den R. comm. des 22. und an einem großen Ganglion denjenigen des 23. (letzten Lumbalnerven) aufnimmt.

Der Grenzstrang tritt sodann ins Becken. Daselbst wurde noch ein Ganglion aufgefunden. Weiter konnte der Grenzstrang nicht mit Genauigkeit verfolgt werden.

Es besteht ein N. splanchnicus. Er setzt sich aus Rami splanchnici, welche den Brustgrenzstrang zwischen 11. und 15. Thoracalnerven verlassen, zusammen. Es stellt sich also bei Insectivoren zum ersten Male der Zustand ein, daß die Rami splanchnici den Brustgrenzstrang verlassen, um, zu einem Strange zusammengefügt, ihrem Ziel zuzustreben. Er besitzt im Verlaufe ein Ganglion splanchnicum

(Arnold) und tritt mit dem Grenzstrange durch ein einziges Loch des Diaphragma. Dieser N. splanchnicus ist wahrscheinlich dem Komplex des N. splanchnicus major und minor der menschlichen Anatomie homolog. Er ist nämlich zusammengesetzt aus zwei Ästen, die dem Ganglion des 12. Thoracalnerven entspringen, und ferner aus zwei Ästen, die erst weiter caudalwärts, nämlich in der Höhe des 14. und 15. Thoracalnerven den Grenzstrang verlassen.

Nach dem Durchtritte durch das Diaphragma wird der N. splanchnicus verstärkt von einem R. spl. lumbalis aus dem Ganglion des 16. und 17. (1. und 2. L.) Thoraco-Lumbalnerven (Fig. 4). Er gibt sodann mehrere feine Zweige zur Glandula suprarenalis ab (Fig. 4 *gl.s.r*) und verläuft selbst zum G. solare. Dieses läßt wiederum zwei direkt aufeinanderfolgende Ganglien erkennen, die unter sich sowie mit jenen der andern Seite breit verbunden sind. Oben tritt in beide Knoten ein Vagusast ein. Dieser löst sich schon in der Brusthöhle vom Vagusplexus, der den Oesophagus umgibt, los und tritt durch ein eignes Loch des Diaphragma hindurch. Einem ähnlichen Verlauf des für das Ganglion solare bestimmten Vagusastes begegnen wir auch bei *Hylobates*.

Aus dem Bauchgrenzstrange entstehen noch einige Rami splanchnici, die teilweise zur Niere, zum Verbindungsplexus zwischen G. mesent. sup. und G. mesent. inf. und zum letztgenannten Ganglion ziehen. Der meist caudale dieser Nerven kommt aus dem Ganglion des 21. thor.-lumb. Nerven, an der Stelle also, wo sich der Grenzstrang plötzlich stark verdünnt. Das G. mesent. inf. versorgt mit seinen Ästen hauptsächlich das Gebiet der gleichnamigen Arterie, dazu verlaufen noch mehrere Nervenfäden als Plexus hypog. superior caudalwärts, unter welchen ein N. hypogastricus zu erwähnen ist. Am G. mesent. inf. selber sind noch zwei Anschwellungen zu unterscheiden, welche eng aneinander lagern und breit verbunden sind.

Edentata.

Tatusia novemcincta.

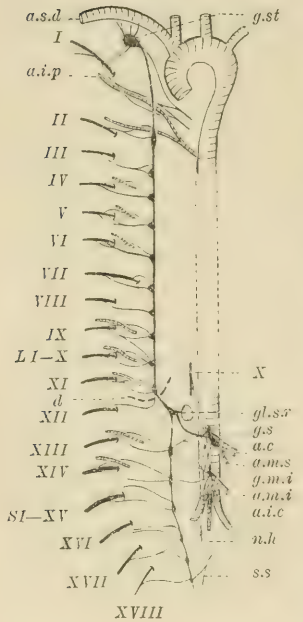
Vom Brustgrenzstrange ist nur wenig hervorzuheben. Die Ganglien sind vom 2. bis 9. Nerven regelmäßig in den Intercostalspatien (der letzte natürlich subcostal) gelagert und meistens durch doppelte Rr. comm. mit den betreffenden Spinalnerven verbunden. Bei den doppelten Rr. comm. war der oberhalb der Art. intercostalis verlaufende dünner als der unterhalb der Arterie gelagerte. Beim 7. Tho-

racalnerven fiel eine große Richtungsverschiedenheit der beiden Rr. comm. auf, indem der obere Ast direkt da, wo der Nerv am Ganglion vorübertritt, ihn mit ihm verband, während der untere vom Ganglion bis weit in das periphere Gebiet des bezüglichen Nerven gelangte.

Vom 9. Thoracalnerven zog ein dritter R. comm. zum nächstfolgenden Ganglion.

Der ganze Grenzstrang, abgesehen von Rami splanchnici, durchsetzt das Diaphragma. Der 1. Lumbalnerv (*X* in Fig. 5) besitzt ein Ganglion wie die Brustnerven. Hierauf folgt wieder ein größerer spindelförmiger Knoten, der mit 11. und 12. thor.-lumb. Nerven verbunden ist. Der R. comm. des letzteren verläuft dadurch schräg cranialwärts. Unterhalb dieses Knotens teilt sich der Grenzstrang in zwei Nerven. Der dickere mediale Nerv gelangt zu den Eingeweiden (Fig. 5), der dünnere laterale bildet die Fortsetzung des Grenzstranges.

Fig. 5.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Tatusia novemcincta*. Bezeichnung wie angegeben.

Der Bauchgrenzstrang besitzt metamer angeordnete Ganglien, die mittels Rr. comm. mit den aufeinanderfolgenden Nerven sich in Verbindung setzen. Bis zum 16. (dem zweiten Sacralnerven) beobachtete ich doppelte Rr. communicantes. Im Caudalteile besitzt der Grenzstrang hin und wieder Verbindungen mit dem anderseitigen. Der mediale, zu den Eingeweiden ziehende Strang teilt sich bald wieder in zwei Äste. Ein oberer Nerv verläuft zur Gland. suprarenalis (Fig. 5 *gl.s.r*), ein unterer geht direkt zum G. solare, in welches noch ein R. splanchn. lumbalis eintritt. Das G. solare ist wiederum zusammengesetzt aus zwei kurz untereinander gelagerten Ganglien, die mit ihren Zweigen hauptsächlich das Gebiet von A. coeliaca und A. mesent. sup. versorgen. Ein Vagusast tritt in den oberen Knoten ein.

Zwischen den Blättern des Mesenteriums ist das G. solare mit dem G. mesent. inf. mittels des Plexus aorticus verbunden. Letzteres

versorgt das Gebiet der Art. mesent. inf. und entsendet den N. hypogastricus bis zur Blase.

Vom Grenzstrange treten mehrere Rr. splanchnici lumbales zu dem Geflechte zwischen G. solare und G. mesent. inf. sowie zu dem letzteren Knoten. Der meist caudal vom Grenzstrange ausgehende Zweig verläßt ihn in der Höhe des Knotens vom 15. thor.-lumb.-sacr.-Nerven (1. Sacralnerven).

Rodentia.

Coelogenys paca.

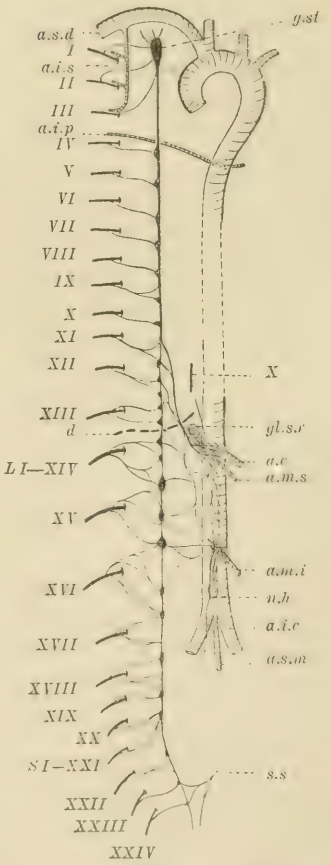
Der erste Brustknoten liegt im 4. Intercostalraum; die ersten drei verschmelzen mit dem G. stellatum. Vom 4. bis zum 10. Nerven verlaufen die einfachen Rr. comm. zu den entsprechenden Ganglien. Vom 11. Nerven an sind die Rr. comm. verdoppelt und verlaufen zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien, nämlich zu dem zugehörigen und zu dem nächst caudalwärts folgenden Knoten. Öfters sind die Rr. comm. zwischen den Bündeln des M. psoas in mehrere feine Fäden zerlegt. In derselben Weise verhalten sich die Rr. comm. aller Lumbalnerven (Th.-L. 12—20). Im Sacralteile waren die Rr. comm. (1—4) einfach.

Auch im Lumbalteile sind die Ganglien ziemlich regelmäßig angeordnet; ein jeder Knoten steht durch Rr. comm. mit zwei Nerven in Verbindung.

Vom Bruststrange werden Rr. splanchnici von den Knoten im 10. und 12. Spatium intercostale abgegeben, welche sich zu einem Stamme, einem N. splanchnicus, vereinigen.

Auch vom Ganglion im 12. Spatium geht ein R. splanchnicus ab (N. spl. minor).

Fig. 6.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Coelogenys paca*. Bezeichnung wie angegeben.

Im Lendenteile kommen noch mehrere Rr. splanchnici aus dem Grenzstrange. Der meist caudale Ast verläßt ihn in der Höhe des Eintrittes der Rr. comm. des 16. und 17. Th.-L.-Nerven.

Die Verhältnisse der großen Bauchganglien und Bauchgeflechte unterscheiden sich in keiner Weise von den Befunden bei andern Säugern, sie bedürfen daher keiner besonderen Beschreibung und können an der beigefügten Fig. 6 leicht erkannt werden. Auf der Art. mesent. inf. wurde keine deutliche Ganglienbildung angetroffen. Der meist caudale Eingeweidezweig trat aus dem Knoten zwischen 16. und 17. Th.-L.-Nerven hervor.

Mus rattus.

Der R. comm. des 3. Brustnerven tritt in den 1. Brustknoten ein. Von hier an besitzt der Grenzstrang des Sympathicus einen streng metameren Bau. Im Brustteile sind die Knoten in den entsprechenden Intercostalräumen gelagert und auch im Lendenteile finden sich die Ganglien sehr regelmäßig.

Vom 4.—17. thor.-lumb. Nerven (der 18. ist der letzte Lendennerv) sind die Rr. comm. verdoppelt. Während sie an den Brustnerven (4.—13.) zu einem einzigen Ganglion verlaufen, gehen die Rr. comm. der (5) Lendennerven je zu zwei aufeinanderfolgenden Knoten, wobei sie bogenförmig den M. spoas durchsetzen. Im Thoracalteil umfassen die Rr. comm. schlingenartig die betreffende Intercostalarterie. Von den Ganglien im 10., 11. und 12. Intercostalraum gehen Rr. splanchnici thoracales aus, die sich noch oberhalb des Diaphragma zu einem Stamme (N. splanchnicus) vereinigen. Die übrigen Rr. splanchnici verlassen den Bauchgrenzstrang, der meist caudale von ihnen, an der Eintrittsstelle des Rr. comm. des 16. (17.) thor.-lumb. Nerven.

Unterhalb des Diaphragmas besitzt der N. splanchnicus ein Ganglion. Die plexusartig verbundenen Äste, die hieraus hervortreten, gehen zur Nebenniere und zum Ganglion solare. Ein Vagusast tritt in diesen Plexus ein und nicht, wie gewöhnlich, in das G. solare.

Lepus cuniculus.

Die Befunde geben nur zu einigen kurzen Bemerkungen Anlaß. Die Ganglien des Brustgrenzstranges, von denen das erste im 4. Intercostalraum liegt, sind regelmäßig in den Spatien gelagert und verbinden sich bis zum 8. durch doppelte Rr. comm. mit den entsprechenden Spinalnerven. Von da an gehen die Rr. comm. zum

zugehörigen und zum nächst caudal folgenden Knoten. Dasselbe Verhalten kehrt am Lendenteile wieder. Auch hier liegen die Ganglien regelmäßig, und die Rr. comm. bis zum 16. Nerven ziehen zu zwei aufeinanderfolgenden Knoten, wobei sie mehrere Male unter sich zur Kreuzung kommen. Die beiderseitigen Lumbalteile der Grenzstränge nähern sich einander und bleiben nur durch die Aorta und Vena cava inf. getrennt. Die Zahl der thor. Wirbel beträgt 12, der lumbalen 8. Im Becken verdünnt sich der Grenzstrang stark und setzt sich als äußerst feiner Nerv zum Schwanze fort. Mit zwei Sacralnerven traten durch einfache Rr. comm. Verbindungen ein, ebenso mit den letzten vier Lumbalnerven.

Vom Brustgrenzstrange gehen zwei Rr. splanchnici ab. Ein oberer verläßt den Grenzstrang in der Höhe des 9., ein unterer in der des 10.—11. Intercostalraumes. Diese Nerven durchsetzen getrennt das Diaphragma, stimmen also in diesem Verlaufe mit den N. spl. major und minor der menschlichen Anatomie überein. Von den großen Eingeweideganglien ist nichts Besonderes hervorzuheben. Gleich wie Langley und Anderson (8) konnte ich an der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. zwei getrennte Ganglien auffinden. Der meist caudale der zu diesen ziehenden Zweige entstammte dem Grenzstrang in der Höhe des Knotens vom 17. thor.-lumb. Nerven (5. L.), also um einen Knoten mehr cranial als Langley und Anderson es abbilden (l. c. Taf. III Fig. 1). Im allgemeinen Abschnitte werde ich auf diesen Unterschied zurückkommen.

Vom unteren Rande des G. mesent. inf. war in den Plexus hypogastricus sup. ein N. hypogastricus leicht zu verfolgen. Ob dieser aus zwei parallelen Nerven zusammengesetzt war, wie Langley und Anderson hervorheben, wurde nicht untersucht.

Carnivora pinnipedia.

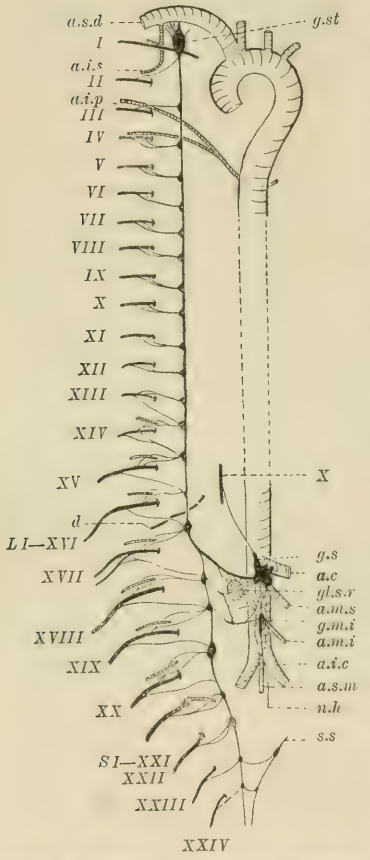
Phoca vitulina.

Von der unteren Grenze des G. stellatum, welche durch den R. comm. des 2. Thoracalnerven gebildet wird, bis zum 15. (letzten) Thorocalnerven besitzt der Grenzstrang vollkommen regelmäßig und metamer angeordnete Ganglien von dreieckiger Form mit den Intercostalnerven zugewendeter Spitze. Die Rr. comm. bis zum 12. Thoracalnerven treten einfach in das Ganglion ein; dagegen sind sie am Eintritte in den Nerven doppelt. Die zwei Stränge der Rr. comm., die von gleicher Stärke sind, werden durch einige Muskelbündel ge-

trennt, nicht, wie ich ausdrücklich hervorhebe, durch die Arterie.

Vom 13. Thoracal- bis zum 2. Sacralnerven (22.) spaltet sich einer der Rr. comm. eines jeden Nerven unterwegs in zwei Äste, die um die entsprechende metamere Arterie eine Schlinge bilden. Vom 12. Thoracal- bis zum letzten Lumbalnerven (20.) sendet ein jeder Nerv einen R. comm. zum zugehörigen und einen zum caudalwärts folgenden Ganglion. Die letztgenannten Rr. comm. (vgl. Fig. 7) verlassen den Nerven oder treten in ihn ein, ziemlich weit vom Foramen intervertebrale entfernt, und verlaufen eine große Strecke zwischen den Bündeln des Psoas major, um das Ganglion oder den Nerven zu erreichen. Ein gleiches Verhalten der Rr. comm., hauptsächlich im Lumbalteile, wird für die Katze von LANGLEY beschrieben, der es aber als nicht bezeichnet.

Fig. 7.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Phoca vitulina*. Bezeichnung wie angegeben.

Phoca vitulina besitzt keine Rr. splanchnici thoracales. Ohne Astbildung durchsetzt der Grenzstrang das Diaphragma. Unterhalb des Ganglions des 1. Lumbalnerven (16) trennt er sich in zwei Äste, in einen dickeren, zu den Eingeweiden verlaufenden medialen Strang und einen dünneren, lateral gelagerten, der die Fortsetzung des Grenzstranges bildet. Der mediale Strang, der das Homologon der Nn. splanchnici ist, teilt sich wieder in zwei Teile. Ein Teil geht zum Ganglion solare, der andre zur Nebenniere.

Das Ganglion solare ist von unregelmäßiger Form. Es sind keine gesonderten Knoten zu unterscheiden, obwohl die Art. coeliaca und A. mesent. sup. getrennt entspringen. Ein Vagusast tritt im oberen Rande des Knotens ein. Vom Bauchgrenzstrange ziehen mehrere Rr. splanchnici medianwärts, die teilweise zur Nebenniere,

Niere, zum Verbindungsplexus zwischen G. solare und Gg. mesent. inf. und zu diesem letzten Knoten verlaufen. Der meist caudale dieser Nerven entstammt dem Ganglion des 18. Thoraco-Lumbalnerven (Fig. 7). An der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. liegen dicht übereinander zwei Ganglien. Hauptsächlich vom oberen Ganglion gehen die Fasern zur Arterie, vom unteren setzt sich der Plexus hypogastricus sup. fort, in welchem ein N. hypogastricus stärker hervortritt (Fig. 7 *n.h*). Im Sacralteile des Grenzstranges sah ich zwei Anastomosen mit dem anderseitigen Grenzstrange (Fig. 7. *s.s*).

Carnivora fissipedia.

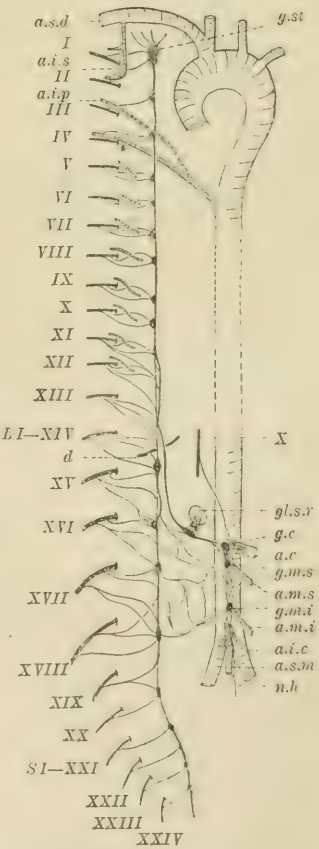
Felis leo neonatus (Fig. 8).

Ich gebe zunächst an der Hand der Fig. 8 eine ausführlichere Beschreibung meiner Befunde bei *Felis leo*, über die andern untersuchten Formen (*Canis*, *Ursus*, *Mustela*) füge ich nachträglich einige Bemerkungen zu.

Vom 3. Intercostalraum an, in welchem der 1. selbständige Thoracalknoten lagert, bis zum 10. sind die Ganglien des Brustgrenzstranges regelmäßig angeordnet. Im 11. und 12. Intercostalraum nahm ich kein Ganglion wahr, ebensowenig am Eintritte der Rr. comm. des 13. Th.-L.-Nerven (N. subcostalis). Erst in der Höhe des 14. Th.-L.-Nerven (L. I) liegt im Grenzstrange ein großes viereckiges Ganglion. Außer ihm besaß der Lumbalgrenzstrang nur drei, allerdings mächtige Ganglien. Dagegen liegen im Sacral- und Caudalabschnitte des Stranges, soweit er verfolgt werden konnte, die Ganglien wieder regelmäßig an den Eintrittsstellen der Rr. comm.

Die Rr. comm. der Thoracalnerven sind regelmäßig in der Doppelzahl vorhanden. Vom 4. an fand ich sie in einer Anordnung, wie sie GASKELL beschrieben

Fig. 8.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Felis leo neonatus*. Bezeichnung wie angegeben.

hat, d. h. als zwei Äste, welche die Art. intercostalis schlingenartig umfassen. Vom 11. Th.-Nerven an gesellt sich zu diesen zwei Rr. comm. noch ein Ast, der den Grenzstrang erst weiter caudal erreicht (vgl. Fig. 8). Ein Blick auf die nebenstehende Fig. 8 orientiert über die äußerst komplizierten Verhältnisse der Rr. comm. der (7) Lumbalnerven. Ein jeder Nerv besitzt mehrere Rr. comm., welche an verschiedenen Stellen mit den betreffenden Nerven in Verbindung sind, und welche nach einem längeren Verlauf durch den M. psoas den Grenzstrang erreichen. Die Rr. comm. eines einzelnen Lendennerven treten in verschiedener Höhe in den Grenzstrang ein. Im Sacral- (und Caudal-)Teil fand ich die Rr. comm. wieder einfach. Von den vom Grenzstrange ausgehenden Zweigen sei folgendes verzeichnet. Kurz oberhalb des Diaphragma sind im Grenzstrange ein medialer und ein lateraler Teil zu unterscheiden; in letzteren treten die Rr. comm. ein. Beide Stränge sind durch einige kleine vom lateralen Strange abgehende Zweige verbunden. Obwohl es klar ist, daß man in dem medialen Strang die Rr. splanchnici (bzw. N. splanchnicus) zu erblicken hat, kommt es doch im Brustteile nicht zur Bildung eines eigentlichen N. splanchnicus; die beiden genannten Teile durchsetzen, eng aneinandergelagert, das Diaphragma. Direkt unterhalb dieses trennen sie sich voneinander. Der stärkere mediale Strang geht weiter schräg medial und caudal zu der Ursprungsstelle der Aa. coeliaca et mesenterica sup. Er empfängt dabei noch einen Ast vom 1. Lumbalknoten und geht sodann in ein großes, spindelförmiges Ganglion über. Hiervon gehen Zweige zur Nebenniere, in deren Verlauf zwei kleine Ganglien vorkommen, und zur Niere; weiter gehen sie zum größten Teil in das G. solare über. Hieran sind zwei deutlich getrennte Abschnitte zu unterscheiden, welche den ebenfalls getrennten Ursprungsstellen beider Arterien anlagern. Die Ganglien der rechten Seite sind anscheinend viel kleiner als jene der linken, mit denen sie durch breite Anastomosen verbunden sind. In den hauptsächlich den Verzweigungen der Art. coeliaca angehörenden Teil des G. solare geht ein ziemlich dicker Vagusast ein. Durch einen Pl. aorticus steht das G. solare mit dem G. mesent. inf. in Verbindung. In diesen Plexus sowie in den genannten Knoten treten mehrere Äste vom Lumbalgrenzstrange ein; der meist caudale Ast verläßt diesen Strang in der Höhe des dritten Lumbalknotens. Dieser Knoten bildet die Eintrittsstelle der Rr. comm. vom 18. Th.-L.-Nerven.

Caudalwärts setzt sich der Plexus aorticus in den Pl. hypo-

gastricus sup. fort, in welchem ein Teil als N. hypogastricus von den andern Fasern zu unterscheiden ist. Vom Sacralgrenzstrange verliefen zwei äußerst dünne Zweige zum Plexus hypogastricus inferior.

Vom Sympathicus der Katze ist, nach den speziellen Untersuchungen von Fischer und von Langley und Anderson, folgendes zu erwähnen. Am Brustgrenzstrange treten die Rr. comm. der ersten vier Thoracalnerven zum G. stellatum; der 1. Brustknoten liegt im 5. Intercostalraum. Es kommen 10—11 Brustknoten vor, welche regelmäßig in den Intercostalräumen liegen. Am Lendenteile bestehen meistens 6 (7) Ganglien, am Sacralteile 3. Am Ende des Sacrums setzt sich nach Fischer der Grenzstrang in eine Pars caudalis fort, an der er bis zum 7. Schwanzwirbel Ganglien auffand. Mit diesem Befunde ist er in Widerspruch mit den Angaben in den meisten Veterinäranatomien, welche er ausführlich erörtert. Im Sacral- und Caudalteile kommen häufige Anastomosen mit dem anderseitigen Grenzstrange vor. Die Rr. comm. sind nach Fischer im Brustteile einfach, nur bisweilen sind sie verdoppelt. Häufiger findet sich eine Verdoppelung im Lumbalteile, wo die zwei Rr. comm. zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien ziehen. Im Sacralteile sind sie wieder einfach, im Schwanzteile kommen wegen des Fehlens des Rückenmarkes und der Spinalganglien Rr. comm. in Wegfall. Hier ist Fischer in Widerspruch mit den Angaben von Langley, der bei der Katze am Brust- und Lendenabschnitte doppelte Rr. comm., in weiße und graue Rr. getrennt, beobachtete und die Wirkung bei Reizung der einzelnen Rr. feststellen konnte. Auch von van Rynberk wurden die grauen Rr. im Thoracalabschnitte gereizt.

Von den Grenzstrangzweigen sei erwähnt, daß ein N. splanchnicus den Bruststrang in der Höhe des 12. Spat. interc. verläßt und mit einigen Rr. splanchnici lumbales (Nn. spl. minores), vom 1. bis zum 3. Lumbalknoten kommend, durch eine Öffnung des Diaphragma zieht. Aus dem Lumbalgrenzstrange tritt der meist caudale R. splanchnicus in der Höhe des 6. (5.) Lumbalknotens (Fischer, Langley und Anderson). Für die Beschreibung der Ganglien an den großen Eingeweidearterien sei auf die beiden ebengenannten Arbeiten hingewiesen, speziell müssen die äußerst genauen und ausführlichen Beschreibungen und Abbildungen über das Verhalten der Gg. mesent. inf. und den N. hypogastricus von Langley und Anderson hervorgehoben werden.

Die Verhältnisse des Grenzstranges vom Hunde geben zu keinen besonderen Ausführungen Anlaß. Bei einem untersuchten

Hunde mit 20 Thoraco-Lumbalwirbeln verlief der R. comm. des 4. Th.-Nerven zum 1. Thoracalganglion. Bis zum 9. Thoracalnerven waren die Rr. comm. einfach (jedoch war beim frisch untersuchten Tiere hierin ein weißer und ein grauer Teil), vom 10. bis zum 19. Th.-L.-Nerven waren sie doppelt und zogen zu zwei aufeinanderfolgenden Knoten. Im Becken war der Grenzstrang sehr dünn, jedoch von dem anderseitigen getrennt, obgleich beide sich sehr näherten. Ein gemeinsames Ganglion für die beiden Stränge, wie Fischer es beschreibt, sah ich nicht. Als äußerst dünner Faden setzt sich der Grenzstrang beiderseits von der Art. caudalis media in den Schwanz fort und entzieht sich bald der makroskopischen Präparation.

Unterhalb des Knotens im 12. Intercostalraum trennt sich ein starker R. splanchn. thoracalis (N. splanchnicus) vom Grenzstrange ab; vom 14. Th.-L.-Nerven (N. subcost.) gesellen sich noch einige feine Zweige hinzu. Der meist caudale R. splanchnicus entstammt dem Grenzstrange in der Höhe des Eintrittes vom R. comm. des 19. (18?) Th.-L.-Nerven. Von den Eingeweideganglien ist nichts Besonderes zu erwähnen; in Übereinstimmung mit den Angaben von Fischer fand ich das G. mesent. inf. in zwei Ganglien geteilt.

Von den Befunden bei *Ursus* (*arctos*?) und bei *Mustela*, welche in ihren Verhältnissen den übrigen fissipeden Carnivoren ähneln, seien nur einige Zahlen verzeichnet. Bei *Ursus*, mit 20 Thoraco-Lumbalwirbeln (Th. 15 L. 5), liegt der erste Brustknoten im 5. Intercostalraum. Die Ganglien sind bis zum letzten Lumbalknoten regelmäßig angeordnet. Vom 8. Th.-Nerven an begeben sich die Rr. comm. zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien. Unterhalb des Knotens im 13. Intercostalraum zweigt sich ein starker R. splanchnicus ab. Diesem folgen noch mehrere dünne lumbale Äste, von welchen der meist caudale den Grenzstrang in der Höhe des Eintrittes vom R. comm. des 18. (und 17.) Th.-L.-Nerven verläßt.

Bei *Mustela*, mit 15 Thoracal- und 4 Lumbalwirbeln, liegt der erste Brustknoten im 4. Spatium intercostale. Die Ganglien sind nicht so regelmäßig wie bei *Ursus*. Für den 11. und 12. Thoracalnerven besteht nur ein einziger großer Knoten. Am Eintritte der Rr. comm. vom 13. und 14. Thoracalnerven fehlten Ganglien. Am Lumbalgrenzstrange sah ich nur zwei große und ein kleineres Ganglion. Im Sacralteile lagen die beiderseitigen Stränge äußerst dicht beieinander und waren mehrfach verbunden. Die Rr. comm. der Lumbalnerven verliefen zu zwei aufeinanderfolgenden Knoten. Der Grenzstrang durchsetzt ungeteilt das Diaphragma. In der Höhe des

Ganglion vom N. subcostalis (15.) kommt ein R. splanchnicus (N. spl.) zum Vorschein. Der meist caudale Eingeweideast verläßt den Grenzstrang zwischen den Eintrittsstellen der Rr. comm. vom 17. und 18. Th.-L.-Nerven.

Ungulata.

Von den *Perissodactyla* habe ich keinen Vertreter untersucht. Bei der Beschreibung des Halssympathicus konnte ich, mich stützend auf die Untersuchungen von Cyon, Schuhmacher und Fischer, die Merkmale dieses Abschnittes des Sympathicus erwähnen; vom übrigen Teile des Grenzstranges seien einige Bemerkungen, der Arbeit von Fischer entlehnt, eingeschaltet. Derselbe besteht in der Brusthöhle aus mehreren, nebeneinanderliegenden Bündeln, von denen, nach Frank, die medialen in die Rr. splanchnici übergehenden Bündel sich durch ihre weiße Farbe von den lateralen unterscheiden. Außer dem, mit dem G. cerv. inf. verschmolzenen ersten Brustganglion kommen im Brustteile 17 Ganglien vor. Im Lumbalabschnitte, welcher dünn ist und aus getrennten Bündeln besteht, liegen sechs Ganglien. Im Sacralteile spaltet sich der Grenzstrang am 3. Kreuzbeinganglion in einen medialen und einen lateralen Ast, die beide dem Hauptstrange gegenüber unverhältnismäßig dünn sind. Nach der Trennung besitzt jeder Teilast in der dem Sacrum anliegenden Strecke zwei kleine Ganglien, die mit den entsprechenden Sacralnerven in Verbindung stehen. Die beiderseitigen Stränge setzen sich vom letzten Kreuzbeinwirbel in den Schwanz fort. Die medialen senken sich zwischen 1. und 2. Schwanzwirbel in ein unpaares G. coccygeum ein, oder sie verlaufen, der Arteria coccygea entlang, in Form zweier feiner, mehrere Ganglien enthaltenden Nervenfäden der Spitze des Schwanzes zu. Ist ein G. coccygeum anwesend, so tritt ein unpaarer, die betreffende Arteria begleitender Nerv daraus hervor. Die lateralen Teiläste verbinden sich mit den Rami ventrales der ersten Nn. caudales und verlieren sich schließlich in dem, durch Vereinigung der ventralen Schwanznerven entstandenen Stamm, der die Artt. caudales laterales begleitet. Von den Rr. comm. wird erwähnt, daß sie denen bei andern von Fischer untersuchten Formen (Katze, Hund, Ziege) gleich sind, d. h. daß unregelmäßig eine Verdoppelung eines R. comm. vorkommt. In der Höhe der 16. Rippe trennt sich ein R. splanchnicus vom Brustgrenzstrange ab. Bis zum 6. (7.) Ganglion ist dieser Ast an der Farbe zu erkennen; Äste bekommt er von allen außer den 2 (3) letzten Thoracalganglien, aus welchen ge-

sondert verlaufende Rr. splanchnici (minores) austreten. Von den Bauchgeflechten ist nichts Besonderes zu erwähnen. Der meist caudale Zweig vom Grenzstrange zum G. mesent. inf. scheint dem 3. Lumbalknoten zu entspringen. Vom 3. und 4. Sacralnerven gehen starke Äste zum Plexus hypogastricus ab. Einen N. hypogastricus fand ich nicht im besonderen erwähnt.

Artiodactyla.

Bos taurus (Fötus 30 cm).

Der Brustgrenzstrang besitzt regelmäßig angeordnete, etwa dreieckige, kleine Ganglien, welche mit den entsprechenden (4. bis 13.) Thoracalnerven in Zusammenhang stehen durch, meistens einfache, Rr. communicantes. Hin und wieder umgibt ein R. comm. die betreffende Art. intercostalis schlingenartig. Am 12. Brustnerven biegt der Grenzstrang ein wenig medianwärts und durchsetzt gemeinsam mit dem N. splanchnicus das Diaphragma. Zwischen den Rr. comm. des 13. (letzen Thoracal-) und 14. (1. Lumbal-) Nerven liegt im Grenzstrange ein kleines Ganglion. Der Bauchsympathicus setzt den Verlauf auf der Lendenwirbelsäule fort, besitzt regelmäßig gelagerte Ganglien und geht, nach und nach an Mächtigkeit abnehmend, in den Sacral- und Caudalstrang über. Eine Auflösung des Grenzstranges in einzelnen Faserbündeln, wie sie sonst den Ungulaten typisch zuzukommen scheint, beobachtete ich beim Rindsfötus nicht.

Die Rr. comm. der sieben Lendennerven ziehen auch hier meistens zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien. Im Sacralteile gehen die beiderseitigen Grenzstränge eine Querverbindung ein. Bis sehr hoch am Brustsympathicus hinauf war ein völlig selbständiger N. splanchnicus zu verfolgen. Unterhalb des zum 6. Thoracalnerven gehörenden Knotens spaltet sich der Grenzstrang in zwei dicht nebeneinander und parallel verlaufende Nerven, in einen dünneren lateralen und einen dickeren medialen Nerv. Letzterer ist mit den folgenden Ganglien, bis ins 10. Spatium intercostale hinab, mit dem Grenzstrange durch doppelte dünne Stränge in Verbindung. Das meist caudale Ganglion, das somit dem N. splanchnicus Äste abgibt, entspricht dem 11. Thoracalnerven. Nach Durchtritt durch das Diaphragma gibt der N. splanchnicus erst einen Zweig zur Nebenniere, zu welcher noch mehrere dünne Fasern aus dem Grenzstrange, zwischen Nn. 13 und 14 gelangen, und geht sodann in ein großes, spindelförmiges Ganglion über. Aus dessen Rande treten haupt-

sächlich zwei Massen von Faserbündeln hervor, die zu den Ganglia coeliaca und mesent. sup. ziehen, während einige dünne Nerven zur Niere verlaufen.

Beide Ganglien, auf den ziemlich weit voneinander entfernten Ursprungsstellen der Artt. coel. und mesent. sup. gelagert, stellen zusammen das G. (s. Plexus) solare dar, sie sind durch nicht sehr starke Faserbündel vereinigt. Zu einem Ganglion geht ein Ast des N. vagus.

Vom großen Knoten im N. splanchnicus wie vom G. mesent. sup. gehen Fäden längs der Aorta caudalwärts, Verbindung zwischen diesen Teilen und den Gg. mesent. inf. herstellend. Vom Bauchgrenzstrange treten mehrere Rr. splanchnici zu den Eingeweidearterien; der meist caudale verläßt den Grenzstrang kurz oberhalb des zum 20. Th.-L.-Nerven gehörenden Knotens. Vom ersten Sacralganglion geht ein Zweig ab zur Verstärkung des Plexus hypogastricus, der nach oben, längs der Arterien, mit dem Plexus mesent. inf. Verbindung hat.

Dama vulgaris (Fig. 9).

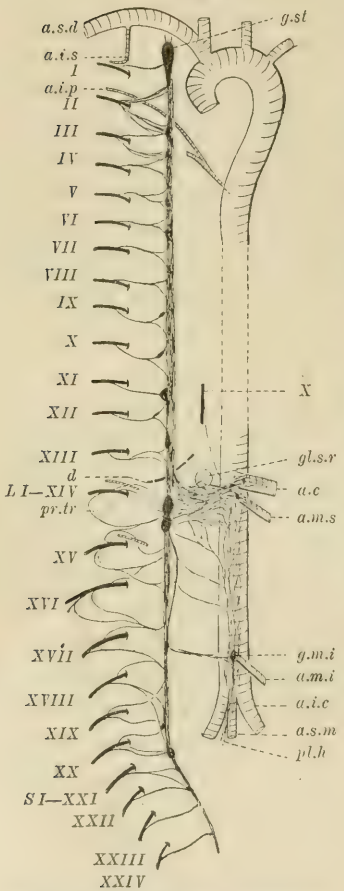
Direkt unterhalb des G. stellatum stellt sich der Grenzstrang nicht als solider Nerv, sondern als ein lockerer, aus einer sehr großen Zahl von nebeneinander verlaufenden Faserbündeln zusammengesetzter Nervenstrang dar. Es steht diese Erscheinung, die Auflösung des Brust- und Bauchsympathicus in verschiedenen Faserbündeln, in der Gruppe der Ungulata nicht vereinzelt da. Bei der Besprechung des Pferde-Sympathicus wurde schon auf diese Tatsache hingewiesen. Doch scheint sie kein spezifisches Ungulatenmerkmal zu sein, ich fand beim Rindsfötus einen soliden Strang. Fischer erwähnt für die Ziege, daß der Brustgrenzstrang keine Unterschiede mit dem der Katze aufweist (l. c. S. 32), das heißt, daß er auch bei jenem Tiere einen soliden Nerven vorstellt. Allerdings sagt er später (l. c. S. 53) bei Besprechung des Pferdesympathicus, daß dieser aus mehreren Bündeln besteht und insofern im Baue dem der Ziege gleicht.

Von regelmäßig angeordneten Ganglien ist bei *Dama vulgaris* in Brust- und Bauchsympathicus keine Rede, erst im Sacralteile sind die Knoten wieder regelmäßig an den Eintrittsstellen der Rr. comm. anzutreffen (Fig. 9). Die Zahl der Ganglien am Brustgrenzstrange ist dadurch schwer zu bestimmen, daß hin und wieder im Verlaufe dieses Stranges eine kleine Verdickung (oder Verdichtung)

vorkam, von der es ohne mikroskopische Untersuchung nicht zu bestimmen war, ob ein Ganglion vorlag oder nicht. Dazu kommt, daß einige Male ein Ganglion im Verlaufe eines R. comm. (z. B. bei Nn. 9, 10, 12) gelagert war.

Die Rr. comm. waren, vom 2. Thoracalnerven an in der Mehrzahl (meist zwei) anwesend bis zum 13. (letzten) Thoracalnerven. Am betreffenden Spinalnerven waren die Rr. comm. zu einem Stämmchen vereint, von da an verlief ein Ast cranialwärts, der zweite caudalwärts zum Grenzstrange. Es war nicht möglich, in ihm einen Teil als N. splanchnicus zu erkennen, was Fischer bei der Ziege gelang. Bei Dama durchsetzt der Grenzstrang ungeteilt das Diaphragma, gibt also keine Rr. splanchnici thoracales ab. Kurz unterhalb dieses Muskels besitzt der Bauchgrenzstrang zwei große, fast aneinandergrenzende Ganglien, in welche die Rr. comm. des 14. und 15. (teilweise) Th.-L.-Nerven eintreten. Dann folgt erst ein Ganglion beim Eintritte des R. comm. vom 17. Th.-L.-Nerven; diejenigen des 18. und 19. (letzten) Th.-L.-Nerven gehen zu einem einzigen Knoten. Regelmäßig gelagerte Lendenganglien, wie Fischer es von der Ziege angibt, bestehen bei Dama nicht.

Fig. 9.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Dama vulgaris*. Bezeichnung wie angegeben.

Einen sehr bemerkenswerten Verlauf zeigten die Rr. comm. der Lendennerven. Ein jeder dieser Nerven besaß zwei bis drei Rr. comm. Hiervon verlief einer (oder zwei) vom betreffenden Spinalnerven schräg cranialwärts zum Grenzstrange, ein zweiter schräg caudalwärts, dabei den stark ausgebildeten Proc. transv. des Lendenwirbes umkreisend und in bogenförmigem Verlauf den M. psoas durchsetzend (Fig. 9 bei *pr.tr*). Der caudale R. comm. eines Nerven erreichte weiter caudal den

Grenzstrang als der craniale des nächstfolgenden (z. B. zwischen *XV* und *XVI*). Bei der Kreuzung beider Rr. comm. wurden Fasern ausgetauscht. Zwei Rr. comm., dem 1. und 2. Lendennerven (*XIV* und *XV*) entstammend, verbanden sich zu einem Stamme.

Von den beiden großen, oben erwähnten Grenzstrangganglien verläuft eine sehr große Zahl feiner Rr. splanchnici medianwärts. Einige von diesen begeben sich zur Nebenniere, die große Mehrzahl jedoch zu den direkt aneinandergelagerten Ursprüngen der Aa. coeliaca et mesent. sup. (Fig. 9).

Ein Ganglion solare fehlt gänzlich. Ganz analog den Befunden von Fischer bei *Capra* werden bei *Dama* die Ursprungsstellen der beiden Arterien von einem äußerst komplizierten Nervenplexus umsponnen, dem an mehreren Stellen kleine Ganglien eingestreut sind. An der cranialen Seite tritt ein dünner Vagusast in den Plexus ein. Die peripheren Zweige verlaufen mit den beiden genannten Arterien, mit der Art. renalis und längs der Aorta weiter caudalwärts. Vom Bauchgrenzstrange treten feine Rr. splanchnici hinzu, bis ein starker Zweig in der Höhe des Knotens vom letzten (20. Th.-L.-Nerven) Lumbalnerven, vom Grenzstrange zum G. mesent. inf. gehend, ihre caudale Grenze bildet.

An der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. kommt ein gut ausgebildeter Knoten vor. Er sendet seine Zweige mit dieser Arterie und als Plexus hypogastricus sup. ins kleine Becken. Hierin war kein gut ausgebildeter N. hypogastricus anwesend. Der Beckengrenzstrang wird allmählich dünner; Verbindungen der beiderseitigen Stränge fand ich nicht. Vom 3. Sacralganglion geht ein starker Nerv ab, der den Plexus hypog. inf. verstärken hilft. Am Schwanze wird der Grenzstrang plötzlich äußerst dünn. Es war unmöglich, ihn weiter in das sehnige Bindegewebe zu verfolgen.

Prosimiae.

Lemur macaco.

Bei der Beschreibung des Halsgrenzstranges wurde erwähnt, daß der 1. Knoten des Brustgrenzstranges im 5. Spatium intercostale lag. Von hier an ordnen sich die Ganglien regelmäßig in den Intercostalräumen bis zum 12. (letzten) Brustnerven. Die Rr. comm. sind einfach; nur einmal (9.) wurde die Art. intercostalis schlingenförmig umfaßt. Sie verlaufen bis zum 9. schräg aufwärts, vom 10.

an schräg abwärts, so daß zwischen den zu diesen zwei Nerven gehörigen Ganglien ein großer Abstand ist.

Ein N. splanchnicus kommt in der Weise zustande, daß der Grenzstrang sich zwischen den Ganglien des 10. und 11. Brustnerven teilt, in den dickeren medial gelagerten R. splanchnicus und den weit dünneren lateral verlaufenden Grenzstrang.

Am Bauchsympathicus treten die Rr. comm. des 15. und 16. (L. 3 und 4) Thoraco-Lumbalnerven in ein einziges Ganglion zusammen. Sonst besitzt ein jeder Nerv bis zum 17. (letzten) thoraco-lumbalen einen R. comm., der zu einem einzigen Knoten am Grenzstrange verläuft. Dieser empfängt vom 1. Sacralnerven noch einen gut auffindbaren R. comm. und setzt, stetig dünner werdend, seinen Verlauf ins kleine Becken und zum Schwanze hin fort. An ihm konnte der Strang makroskopisch nicht genau verfolgt werden.

Der R. splanchnicus durchsetzt das Diaphragma durch eine eigne Öffnung in den Muskelbündeln. In der Bauchhöhle zieht er hauptsächlich zum G. solare, gibt aber einige Zweige zur Nebenniere ab.

Vom Ganglion des 1. und 2. Lumbalnerven zogen noch äußerst feine Nerven zum Peritonäum.

Das genauere Verhalten konnte nicht festgestellt werden, so daß es auch unbekannt blieb, in welcher Höhe der meist caudale R. splanchnicus den Grenzstrang verließ.

Die Verhältnisse des Brustgrenzstranges konnte ich an einem *Tarsius spectrum* untersuchen. Es ist hervorzuheben, daß die Rr. comm. des 1. und 2. Thoracalnerven zum G. stellatum hinzogen. Vom 3. bis zum 13. (letzten) Thoracalnerven sind die Ganglien regelmäßig angeordnet. Ein R. splanchnicus tritt erst in der Höhe des 10. Thoracalnerven zum Vorschein; in der des 11. bis 13. Thoracalnerven verlassen noch feine Fasern den Grenzstrang, die durch eine eigene Öffnung in das Diaphragma gelangen, somit als Rr. splanchnici (minores) anzusehen sind. Unterhalb des Diaphragma verbinden sie sich hauptsächlich mit dem obersten R. splanchn., einige feine Fäden gelangen zur Aorta.

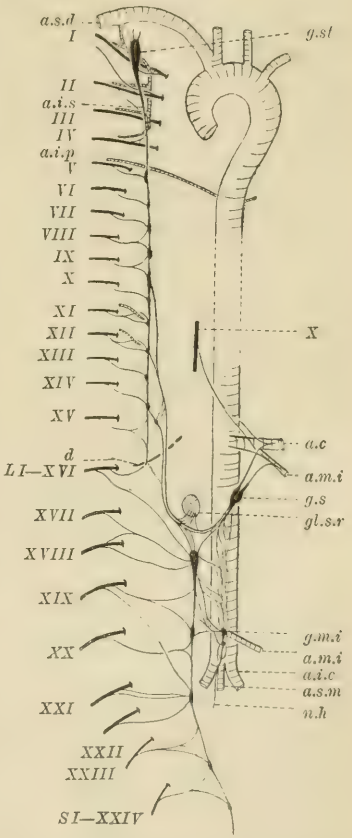
In der Höhe des Ursprungs von Aa. coeliaca et mesent. sup. besteht nur ein einziger Knoten, der das G. solare bildet. Er versorgt das Gebiet beider Arterien, sowie der Art. renalis und setzt sich caudalwärts auf die Aorta fort. Die Verbindung des G. solare mit dem Vagus kommt derart zustande, daß beide Nn. vagi einen Ast abgeben, die sich zu einem Stamme vereinigen. Dieser senkt sich in den cranialen Rand des G. solare ein.

Nycticebus javanicus.

Ich konnte den Brust-Bauchgrenzstrang an einem Exemplare genau verfolgen und gebe eine ausführlichere Beschreibung, da er, wohl in Zusammenhang mit der sehr langen Wirbelsäule (23 Thoraco-Lumbalwirbel), einige interessante Besonderheiten aufwies.

Die Art. intercostalis suprema erstreckte sich bis in das 4. Spatium intercostale. Parallel hiermit dehnte sich das Gebiet des G. stellatum aus, zu welchem also die Rr. comm. der obersten vier Brustnerven zogen, wodurch der R. comm. des 4. Brustnerven stark aufwärts verlief. Bemerkenswert ist eine Verbindung zwischen Grenzstrang und 2. Brustnerven, der, die Art. interc. sup. umkreisend, erst in der Höhe des 4. Intercostalraumes in den Grenzstrang eintritt. Der weitere Brustsympathicus verläuft als dünner Nervenstrang caudalwärts, ohne daß an ihm die typischen dreieckigen Grenzstranggänglien, wie sie andern Tieren meistens zukommen, aufzufinden sind. Wohl hat es den Anschein, als sei der Grenzstrang an den Eintrittsstellen der Rr. comm. etwas spindelförmig angeschwollen. Deutliche, gut umgrenzte Brustganglien sah ich nur in dem 11.—14. Spatium intercostale.

Fig. 10.



Brust- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Nycticebus javanicus*. Bezeichnung wie angegeben.

Ein sehr eigentümlicher Übergang besteht zwischen Brust- und Bauchgrenzstrang. Der Zusammenhang beider Teile kommt nicht in gewöhnlicher Weise durch einfache Fortsetzung des Sympathicus zustande, sondern anscheinend vermittelst eines R. splanchnicus. Eine ähnliche Erscheinung im Grenzstrange wurde von Tebbs (11) beim Menschen beobachtet, wo die Verbindung beider Sympathicusabschnitte durch einen Zweig des N. splanchnicus minor zustande kam.

Ich konnte einen ähnlichen Fall beobachten, auf den ich weiter unten zurückkomme.

Der R. comm. des 15. (letzten) Thoracalnerven verlief schräg zum Ganglion im 14. Spatium intercostale. Ein N. splanchnicus trennt sich schon im 9. Spatium interc. vom Grenzstrange ab und verläuft diesem parallel caudalwärts (Fig. 10). Im 12. Raum wird er durch einen dicken Ast aus dem Grenzstrange verstärkt. Dem Ganglion im letzten Intercostalraum entstammt noch ein R. splanchnicus, der, dem N. splanchnicus parallel, schräg median- und caudalwärts verläuft. Er empfängt zwei dünne Ästchen vom letztgenannten, an deren Eintrittsstelle er ein Ganglion aufweist (Fig. 10). Durch eine einzige Öffnung durchsetzen alle Rr. splanchnici das Diaphragma und teilen sich hier in zwei Abschnitte. Die Hauptmasse verläuft zum G. solare (Fig. 10 *g.s*), von beiden Nerven gehen Zweige caudalwärts zu einem großen, länglichen Knoten, der den Anfang des Bauchgrenzstranges darstellt.

Verfolgen wir zunächst diesen letztgenannten. Der Anfangsknoten empfängt die Rr. comm, des 16., 17., 18. und teilweise 19. Thoraco-Lumbalnerven; er setzt sich in den dünnen, auf dem Psoas gelagerten Bauchgrenzstrang fort. An diesem konnte nur ein einziges gut umgrenztes Ganglion gefunden werden, übrigens gilt das vom Brustsympathicus Gesagte. Über den komplizierten Verlauf der Rr. comm. der Lendennerven instruiert Fig. 10.

Nach Aufnahme des R. comm. vom 23. (letzten) Thoraco-Lumbalnerven geht der Grenzstrang in den Beckensympathicus über. Hier konnte ich nur ein einziges, langgestrecktes Ganglion in der Eintrittshöhe des Rr. comm. vom 1. Sacralnerven auffinden. Der Strang wird sodann von äußerster Feinheit. Es war schwierig, die weiteren Rr. comm. präzis nachzuweisen.

Von den peripheren Zweigen sei Folgendes hervorgehoben. Die Rr. splanchnici treten, wie gesagt, größtenteils in das G. solare ein. Dieser Knoten ist von ovaler Gestalt und liegt, in Abweichung mit den Befunden bei andern Tieren, viel weiter caudal als die (gemeinschaftliche) Ursprungsstelle von Aa. coeliaca et mesent. sup. Aus seinem oberen Rande gehen Zweige hervor, die den Plexus für das Gebiet dieser beiden Arterien herstellen, woran noch ein Vagusast teilnimmt. Aus dem unteren Randteile treten einige Zweige für die Niere ab. Ein starker Nerv verbindet das G. solare mit dem Anfangsknoten des Bauchsympathicus (Fig. 10).

Außer den durch den Plexus aorticus hergestellten Verbindungen

zwischen dem Plexus der Aa. coel. et mesent. sup. mit demjenigen der Art. mesent. inf. treten zu den zwei Gg. mesent. inf. noch zwei Nerven, einer aus dem öfters genannten großen Knoten des Bauchsympathicus, ein zweiter vom Bauchgrenzstrange zwischen den Eintrittsstellen von zwei Rr. comm. des 19. Thoraco-Lumbalnerven. Dieser ist zugleich der meist caudale, vom Grenzstrange zum Peritonäum ziehende Sympathicusast.

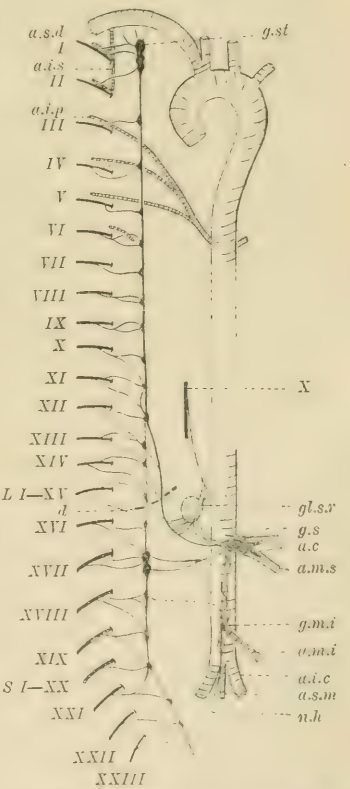
Neuweltaffen.

Cebus hypoleucus (Fig. 11).

Da ich am *Ateles ater*, der mir für die Beschreibung des Halsgrenzstranges diente, den Rumpfteil nicht präparieren konnte, so wählte ich als Vertreter der Platyrrhinae *Cebus hypoleucus*. Einige Mitteilungen über Hapale sollen angefügt werden.

Das Gebiet des G. stellatum (Fig. 11 *g.st*) erstreckt sich noch über zwei Brustganglien. Der erste Brustknoten liegt also im 3. Intercostalraum. Von hier an folgen die Ganglien regelmäßig in allen Intercostalräumen. Etwas weniger regelmäßig lagerten sie am Lumbalgrenzstrange. Auf winzige Ganglien beim Eintritte der Rr. comm. vom 15. und 16. Th.-L.-Nerven folgt ein sehr großes, aus zwei Hälften zusammengesetztes Ganglion für die Rr. comm. des 16. (teilweise) und 17. Th.-L.-Nerven; diesem folgen noch zwei am Lumbalgrenzstrange. Im Becken fand ich drei, stetig kleiner werdende Knoten an dem sich verdünnenden Grenzstrange. Verbindungen mit dem anderseitigen Strange kamen nicht vor. Die Rr. comm. sind im obersten Brustteile wechselnd, einfach oder doppelt, ein einziges Mal bildeten sie eine Schlinge um die betreffende Intercostalarterie. Vom 10. Th.-Nerven

Fig. 11.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Cebus hypoleucus*. Bezeichnung wie angegeben.

an verliefen die Rr. comm. zum zugehörigen und zum nächsten caudalwärts folgenden Knoten, dasselbe geschah mit den Rr. comm. der Lumbalnerven.

Am Brustgrenzstrange bildet sich ein N. splanchnicus aus Ästen, welche den Ganglien des 12—15. Th.-L.-Nerven entstammen, deren meist cranialer Nerv zugleich der dickste ist. Dieser wendet sich nach Durchsetzung des Diaphragma medianwärts, um nach Abgabe einiger Zweige zur Nebenniere zum größten Teil in den Plexus solaris zu gehen. In diesem sind getrennte Ganglien nicht zu unterscheiden. Es bildet sich an der (gemeinschaftlichen) Ursprungsstelle der Art. coeliaca und Art. mesent. sup. ein ganglienhaltender Plexus, in den außer dem N. spl. noch ein Vagusast und ein R. splanchnicus vom Lumbalstrange eintreten. Von hier aus gehen die Zweige auf die beiden Arterien über, auf einer jeden ist noch ein deutlicher runder Knoten bemerkbar.

Durch den Plexus aorticus verbindet sich der Pl. solaris mit dem Pl. mesent., inf. in welchem vier Ganglien (drei kleine und ein großes) lagerten. Vom meist caudalen dieser Knoten setzte sich der Pl. hypogastricus, mit einem deutlichen N. hypogastricus (Fig. 11 *n.h*), fort. Der meist caudale Grenzstrangzweig zu den Eingeweidearterien verläßt diesen in der Höhe des Eintritts der Rr. comm. vom 17. (18.?) Th.-L.-Nerven.

Bei *Hapale*, mit 13 Brust- und 6 Lumbalwirbeln, zeigt der Grenzstrang ein ähnliches Verhalten wie bei *Cebus*. Am Lumbalteile kommen nur drei Ganglien vor. Die Rr. comm. sind im oberen Brustteile einfach, und erst vom 12. Brustnerven an fand ich sie doppelt und zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien hinziehend. Ein N. splanchnicus setzt sich aus Zweigen zwischen 6. und 12. Th.-Nerven zusammen. Unterhalb des Diaphragma besitzt er kurz vor seinem Übergang in den Pl. solaris ein Ganglion. Auch für *Hapale* gilt, daß an den Ursprungsstellen der Eingeweidearterien sympathische Plexus vorkommen, in denen mehrere kleine Ganglien eingestreut sind.

Der meist caudale Eingeweidezweig entstammt dem Lumbalgrenzstrang in der Höhe des Eintritts der Rr. comm. vom 15. und 16. Th.-L.-Nerven. Der erste Brustknoten liegt im 3. Sp. intercostale.

Altweltaffen.

Cercopithecus cynomolgus.

Für die Beschreibung des Brust-Bauchsympathicus benutzte ich dasselbe Tier, das ich der Beschreibung des Halssympathicus zugrunde legte.

Das erste Brustganglion liegt im 3. Intercostalraum und empfängt außer einem Zweig vom 3. noch einen solchen vom R. comm. des 2. Brustnerven. Vom 3. bis zum 11. Brustnerven treten die Rr. comm. einfach aus dem Nerven hervor, teilen sich, um die Art. intercostalis zu umfassen, und senken sich zweigeteilt in das betreffende Ganglion ein.

Der 12. (letzte) Thoracalnerv besitzt zwei Rr. comm., die stark divergieren, indem einer schräg aufwärts verläuft, der sich in den Grenzstrang einsenkt, ohne daß sich an jener Stelle ein Ganglion findet, während der andre schräg abwärts zieht und sich zum Ganglion des 13. (1. L.) Nerven begibt. Dieses Ganglion zeichnet sich durch besondere Größe aus.

Vom 1. Lumbalnerven an sind die Rr. comm. in der Mehrzahl vorhanden und verlaufen vom betreffenden Nerven zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien des Grenzstranges. Dabei verläßt der R. comm., welcher zum caudalen der beiden Ganglien zieht (bzw. von hier zum Nerven verläuft), den betreffenden Spinalnerven viel weiter peripherwärts als der, welcher zum cranialen der beiden Ganglien verläuft. Am Lumbalstrange zählte ich fünf Ganglien, die Zahl der Lumbalnerven war sechs.

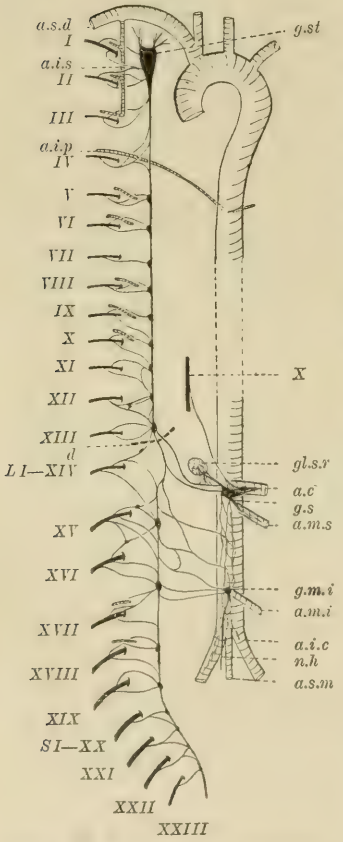
Allmählich dünner werdend, tritt der Grenzstrang in das kleine Becken ein und nimmt in regelmäßigen Abständen die außer dem ersten meist einfachen Rr. comm. der Sacralnerven (2) auf, um sich, als dünner Faden, in den Schwanz zu begeben.

Von den Ästen des Grenzstranges verläßt in der Höhe des Ganglions vom 12. (letzten) Thoracalnerven ein dicker R. splanchnicus den Grenzstrang, um schräg medianwärts zu einer eigenen Öffnung im Diaphragma zu verlaufen. Kurz oberhalb derselben bildet er ein Ganglion (Arnold).

Vom Knoten des 1. Lumbalnerven tritt ein Ast aus dem Grenzstrange, um sich dem R. splanchnicus zuzufügen. Die beiden Nerven verlaufen zu einem halbmondförmigen G. solare, das den getrennten Ursprungsstellen der Art. coeliaca und A. mesent. sup. seitlich aufliegt. Ein Vaguszweig trägt weiter zum Aufbaue dieses Knotens

bei. Die peripheren Verzweigungen stimmen mit den Befunden bei andern Tieren überein. Vom ganzen Lumbalstrange zogen Äste in das Peritonäum, ein Zweig, der am letzten Lumbalknoten den Grenzstrang verläßt, geht zum einfachen G. mesent. inferius. Von den beiden ersten Sacralganglien verlaufen Zweige zum gut ausgebildeten Plexus hypogastricus.

Fig. 12.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Cynocephalus hamadryas*. Bezeichnung wie angegeben.

Bei einem, mit 12 Rippen und 6 Lumbalwirbeln versehenen *Semnopithecus leucoprymnus* tritt ein N. splanchnicus aus dem Grenzstrange hervor in der Höhe des Knotens vom 10. Thoracalnerven und nimmt noch Zweige von den Ganglien des 11. und 12. Th.-Nerven auf. Auch hier kommt im Verlaufe des N. splanchnicus ein Ganglion vor. Der meist caudale Ast, der vom Bauchgrenzstrange zum G. mesent. inf. verläuft, verläßt diesen zur Eintrittshöhe des R. comm. vom 17. Thoraco-Lumbalnerven.

Cynocephalus hamadryas.

Wie aus der früher gegebenen Figur (l. c. Fig. 21) ersichtlich ist, liegt an der Eintrittsstelle der Rr. comm. des 4. Thoracalnerven, dem ersten, welcher dem Gebiete des G. stellatum caudalwärts folgt, kein Ganglion. Bei den folgenden Nerven besitzt der Brustgrenzstrang in den Intercostalräumen regelmäßig Ganglien. Die Rr. comm. verlaufen dagegen nicht immer zu den zugehörigen Ganglien, sondern vom 9. Thoracalnerven an zieht ein R. comm. zum Ganglion desselben, einer zu dem des nächstfolgenden Intercostalraumes. Nur der 13. (letzte) Thoracalnerv besitzt Rr. comm. zum zugehörigen Ganglion. Die zwei Rr. comm. des 14. (*L I*) Thoraco-Lumbalnerven divergieren stark. Der eine, mit einem Ganglion versehene, verläuft

zum Knoten des 13., der zweite geht schräg caudalwärts, um sich in den Lumbalgrenzstrang einzusenken.

Ein R. splanchnicus spaltet sich in der Höhe des Ganglions des 13. Thoracalnerven vom Grenzstrange ab, ein zweiter direkt oberhalb seines Durchtrittes durch das Diaphragma. Beide Äste vereinigen sich in der Bauchhöhle zu einem einzigen Nerven.

Der komplizierte Verlauf der mehrfachen Rr. comm. der 6 Lumbalnerven stimmt mit dem mehrfach erwähnten Verhalten überein. Dasselbe gilt für die vom Lumbalgrenzstrange abgehenden Zweige. Erwähnt sei der meist caudale, zum G. mesent. inf. verlaufende Ast, der den Strang am Knoten des 18. Thoraco-Lumbalnerven verläßt, um schräg zu dem genannten Ganglion hinzuziehen. Vom Sacralgrenzstrange in der Höhe der Ganglien vom 1. und 2. Sacralnerven zogen mehrere Fäden zum Plexus hypogastricus.

Bei einem *Cynocephalus babuin*, gleichfalls mit 13 Rippen und 6 Lumbalwirbeln versehen, kam linkerseits der R. splanchnicus aus dem Grenzstrange zum Vorschein in der Höhe des Knotens, der die Rr. comm. des 12. Thoracalnerven aufnimmt. Von der Stelle, wo der R. comm. des 13. Th.-Nerven den Grenzstrang erreicht (daselbst liegt kein Ganglion), geht ein feiner Ast ab, der sich dem R. splanchnicus, jedoch erst in der Bauchhöhle zugesellt. Der 14. (1 L.) Thoraco-Lumbalnerv besitzt nur einen, jedoch stark caudalwärts verlaufenden R. comm., so daß zwischen den Eintrittsstellen der Rr. comm. vom 13. und 14. Th.-L.-Nerven ein großer Abstand ist. Der meist caudale, dem G. mesent. inf. zugehende Ast vom Sympathicusstrange kommt auch hier in der Höhe des Knotens vom 18. Th.-L.-Nerven zum Vorschein. Vom ersten Sacralganglion verlaufen mehrere Fäden zum Plexus hypogastricus.

Bei beiden untersuchten Tieren konnte im Pl. hypogastricus sup. ein deutlicher N. hypogastricus nachgewiesen worden.

Hylobates lar.

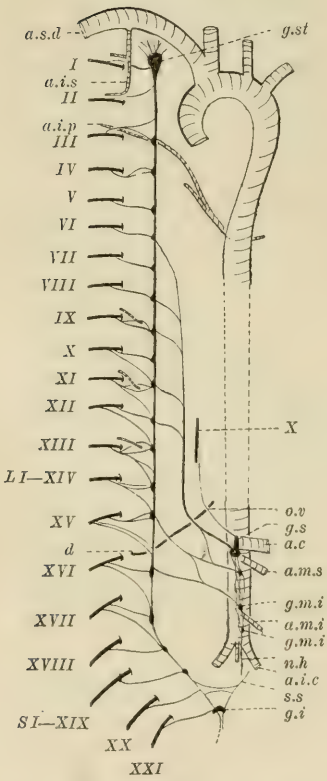
Die Ganglien am Brustgrenzstrange sind regelmäßig angeordnet und durch, meistens einfache, Rr. comm. mit den betreffenden Spinalnerven verbunden. Der erste Brustknoten liegt im 3. Sp. intercostale. Vom 9. Th.-Nerven an bis zum 13. (letzten) verläuft von einem jeden Spinalnerven ein R. comm. zum zugehörigen und einer zum nächstfolgenden Ganglion. Hin und wieder umfaßt der obere dieser Rr. comm. die betreffende Segmentarterie schlingenförmig.

Dasselbe gilt von den Rr. comm. der (5) Lendenerven. Diese

sind immer in der Mehrzahl (3) anwesend. Zwei verlaufen zum zugehörigen Ganglion, der dritte verläßt den Nerven viel später in dessen Verlauf, um, bogenförmig um den Proc. transv. des Lumbalwirbels und quer durch den M. psoas hindurch, zum nächstfolgenden Ganglion zu verlaufen.

Am Sacralgrenzstrange fand ich zwei Ganglien, welche durch einfache Rr. comm. mit dem 1. und 2. Sacralnerven in Verbindung waren. An der Eintrittsstelle des R. comm. vom 3. Sacralnerven lag ein großes Ganglion impar (Fig. 13 *g.i*), caudal hiervon setzte sich der Grenzstrang als äußerst feiner Nerv beiderseits lateral von der Art. sacralis media fort. Weitere Rr. comm. wurden nicht aufgefunden.

Fig. 13.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von *Hylobates lar.* Bezeichnung wie angegeben.

Am Grenzstrange setzt sich ein N. splanchnicus major aus Nervenbündeln zusammen, welche den Grenzstrang in der Höhe der Ganglien im 8., 9., 11. und 12. Sp. intercostale verlassen. Der Nerv zieht durch eine eigne Öffnung des Diaphragma in die Bauchhöhle. Ein dem Ganglion des 1. Lumbalnerven entstammender Ramus splanchn. lumb. gesellt sich, durch eine eigne Öffnung das Diaphragma durchsetzend, hinzu. Beide gehen größtenteils in ein langgestrecktes Ganglion solare über, das seitlich den Ursprungsstellen der Art. coel. und A. mesent. sup. aufliegt. An ihm sind gesonderte Abschnitte nicht zu unterscheiden. Ferner verlaufen mehrere feine Zweige zur Nebenniere und zur Art. renalis.

In den cranialen Pol des G. solare tritt ein starker Vagusast ein, der durch eine eigne Öffnung das Diaphragma durchsetzt (Fig. 13. *o.v*), wie es bei *Erinacaeus europaeus* der Fall ist. Von den Ästen des Lumbalgrenzstranges ist der vom Ganglion des 16. Th.-L.-Nerven abgehende der meist caudale Zweig für das G. mesent.

inf. Im Verlaufe des N. hypogastricus (*n.h*) nahm ich einige kleine Ganglien wahr.

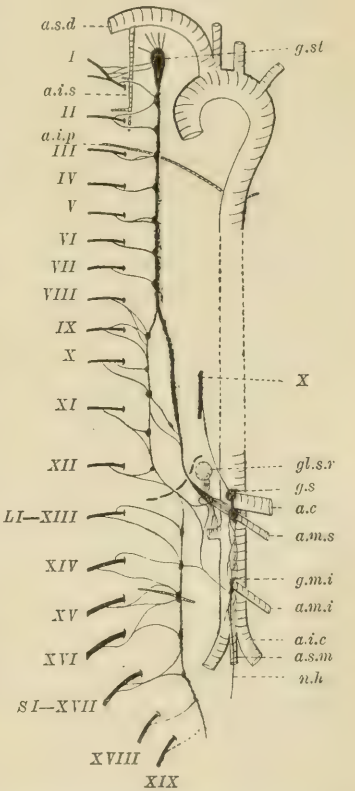
Anthropomorphae.

Orang (Fig. 14).

Der Brust-Bauchgrenzstrang besitzt Eigentümlichkeiten, welche an der Hand von Fig. 14 kurz beschrieben werden sollen.

Im 3. Intercostalraum liegt der erste Brustknoten, und in ihm verläuft die Art. intercostalis prima. Von hier bis zum 7. Th.-Nerven besitzt der Grenzstrang einen regelmäßigen, segmentalen Bau. Zwischen 7. und 8. Sp. intercostale verläuft zuerst der Grenzstrang etwas medianwärts und trennt sich dann in den medial gelagerten starken R. splanchnicus (N. splanchn.) und den lateral gelagerten, viel dünneren Grenzstrang. Letzterer zieht sodann schräg lateral- und caudalwärts, um im 9. Sp. intercostale in einem einzigen Ganglion die Rr. comm. des 8. und 9. Thoracalnerven aufzunehmen. Die Rr. comm. des 10. und 11. Thoracalnerven weisen nichts Besonderes auf.

Fig. 14.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems von Orang. Bezeichnung wie angegeben.

Zwischen 11. und 12. (letzten) Thoracalnerven biegt der Grenzstrang abermals medianwärts ab, in ganz ähnlicher Weise, wie es bei mehreren Säugern ohne eigentlichen N. splanchnicus der Fall ist (vgl. Fig. 1, 2, 5).

Hierdurch werden lange und bogenförmig verlaufende Rr. comm. des 12. Th.-Nerven bedingt, von denen einer schräg aufwärts zu einem kleinen Ganglion zieht, der zweite, in schräg caudaler Richtung, sich dem Grenzstrang zugesellt. Zwischen 11. und 12. Th.-Nerven gehen zwei Äste vom Grenzstrange zum N. splanchnicus.

Einander parallel, jedoch durch selbständige Öffnungen, ver-

laufen Grenzstrang und N. splanchnicus durch das Diaphragma. Der Grenzstrang teilt sich caudal hiervon in der schon mehrmals beschriebenen Weise in zwei Hälften, deren eine, lateral gelagert, den eigentlichen Grenzstrang fortsetzt, während die mediale einen dem N. splanchnicus sich zugesellenden Nerven bildet. Ersterer besitzt im Lumbalteile 4 Ganglien, so viele also, als es Lumbalnerven gibt. Die Rr. comm. zeigen, vom 10. Th.-Nerven an, wieder eine Verdoppelung. Ein Ast (bzw. 2) verläuft zum zugehörigen Ganglion, einer zum nächstfolgenden. Das Ganglion des 15. Th.-L.-Nerven (3. L.) wird von der betreffenden Lumbalarterie durchsetzt.

Am Sacrum fand ich zwei Ganglien, mit dem 1. und 2. Sacralnerven in Verbindung. Weiter konnte, äußerer Umstände wegen, der Grenzstrang nicht verfolgt werden. Von den peripheren Zweigen ist der Ursprung des N. splanchnicus schon erwähnt.

In der Bauchhöhle verdickt sich der N. splanchnicus zu einem spindelförmigen Knoten, in den auch der obengenannte Zweig vom Bauchsympathicus eintritt. Von diesem Knoten aus gehen feine Zweige zu einem halbmondförmigen Ganglion in der Nähe der Nebenniere, das seinerseits Äste zu diesem Organe entsendet. Die Hauptmasse der aus dem erwähnten Ganglion kommenden Fasern begibt sich zum meist caudalen von zwei runden flachen Ganglien, die seitlich die Ursprungsstellen der Art. coel. und A. mesent. sup. bedecken und mittels einer breiten Brücke verbunden sind. Sie stellen zusammen das G. solare dar. Mit dem anderseitigen G. solare bestehen breite Verbindungen. In das obere tritt ein Vagusast ein. Vom Bauchgrenzstrange verläßt der meist caudale Zweig für das G. mesent. inf. diesen Strang zwischen den Ganglien des 13. und 14. Th.-Lumbalnerven. Das G. mesent. inf. zeigt sich aus zwei Hälften zusammengesetzt, durch eine leichte Einschnürung voneinander abgegrenzt. Ein N. hypogastricus war in dem Pl. hypogastricus leicht aufzufinden.

Gorilla.

Von Eislers Beschreibung des Sympathicus in der Monographie über das Blutgefäß- und periphere Nervensystem vom Gorilla sei folgendes hervorgehoben.

Am Brustgrenzstrange kommen links 12, rechts 13 Ganglien vor. Die Vermehrung der Ganglien an der rechten Seite kommt durch ein kleines Ganglion zwischen denen des 9. und 10. Thoracalnerven zustande; es ist mit einigen feinen Fäden mit dem 9. Thoracalnerven

verbunden. Während rechts, außer dem 11. und 13. Ganglion, alle Brustknoten mit nur einem Nerven durch einen einfachen R. comm. sich verbinden, besitzen links alle Thoracalnerven, außer dem 8., doppelte Rr. comm., welche zum Ganglion desselben Spatiums und zum nächstfolgenden Ganglion verlaufen.

Der Bauchgrenzstrang besitzt (wenn man, wie Eisler es tut, den Nervus subcostalis als 1. Lendennerven und damit das Ganglion, zu dem dieser verläuft, als 1. Lumbalknoten auffaßt) vier Ganglien. Es sind fünf Lumbalnerven im Sinne Eislers. Die Verminderung der Ganglienzahl wird bedingt von der Verschmelzung des letzten Brust- mit dem 1. Lumbalganglion.

Die Rr. comm. der Lendennerven sind fast alle doppelt bis dreifach und ziehen zum zugehörigen sowie zum nächst-caudalwärts folgenden Ganglion. Am Sacralabschnitte zählte Eisler rechts fünf, links vier Ganglien. Ein G. impar traf er nicht an. Auf jeder Seite geht der Grenzstrang in ein minimales Fädchen gegen das Steißbein hin aus. Dem ganzen Abschluß nach erscheint der Grenzstrang linkerseits um ein Segment verkürzt, was Eisler in Zusammenhang bringt mit einer Verkürzung des Plexus coccygeus.

Von den großen Zweigen bezieht der N. splanchnicus major seine Äste rechts aus dem 7., 8., 10., 11., 12. G. thoracale, links aus dem 6., 7., 8., 9., 10., 11. Ganglion. Beiderseits kommt die caudale Grenze dieser Äste des N. spl. major überein mit der Eintrittsstelle des R. comm. vom 11. Th.-Nerven. Der N. splanchnicus tritt mit dem Grenzstrange durch dieselbe Öffnung des Diaphragma. Sogleich nach dem Durchtritt besteht ein G. splanchnicum, von welchem aus die Verbindung mit dem G. coeliacum, mit dem Plexus renalis und der Nebenniere zustande kommt.

Ein weiterer R. splanchnicus (der N. spl. minor von Eisler) entspringt beim Durchtritte des Grenzstranges durch das Zwerchfell und zwar rechts vom 13., links vom 12. Th.-Ganglion. Er geht teilweise zum G. splanchnicum, teilweise in den Plexus renalis und aorticus über. Ihrem Verlaufe nach entsprechen nach Eisler die beiderseitigen Nn. spl. minores eigentlich dem sog. N. splanchnicus minimus (N. renalis post.) der menschlichen Anatomie. Als echten N. spl. minor betrachtet der Autor dann die Wurzeln des N. spl. major, welche rechts dem 10.—12., links dem 10. und 11. G. thoracale entspringen.

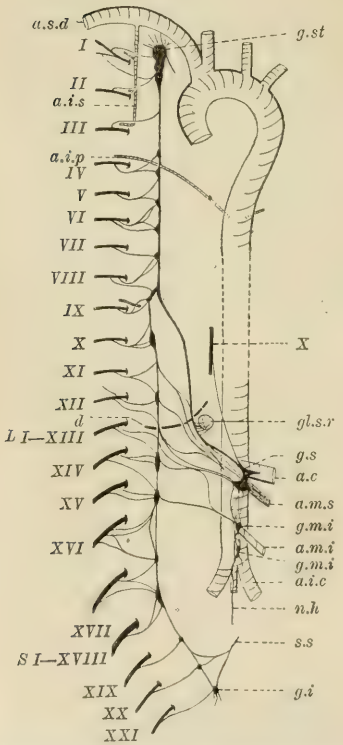
Von weiteren Ästen aus dem Lumbalgrenzstrange konnte Eisler, da die Eingeweide entfernt waren, nichts eruieren. Er

macht schließlich noch aufmerksam darauf, daß, während es beim Menschen als seltenere Erscheinung aufgeführt wird, daß ein Ganglion Rr. comm. aus zwei Spinalnerven erhält, bei seinem Objekte die Mehrzahl der Ganglien Fäden aus zwei benachbarten Spinalnerven, einige sogar aus dreien bezieht, und daß eine Verbindung eines Nerven mit zwei Ganglien keine Seltenheit ist.

Mensch (Fig. 15).

In den Lehr- und Handbüchern der menschlichen Anatomie stimmen die Beschreibungen des Brust-Bauch-Beckensympathicus so sehr überein, und es wird die Ursprungsstelle der großen Zweige, der Nn. splanchnici, so gleichförmig angegeben, daß eine systematische Beschreibung beim Menschen überflüssig erscheinen kann.

Fig. 15.



Rumpf- und Beckenteil des sympathischen Nervensystems des Menschen. Bezeichnung wie angegeben.

Wenn ich es dennoch unternehme, an der Hand eines Falles hier eine kurze Beschreibung zu geben, so geschieht das mit der Absicht, einige Widersprüche in der Literatur hervorzuheben und auf dasjenige, was für die vergleichende Anatomie von besonderem Interesse erscheint, den Nachdruck legen zu können.

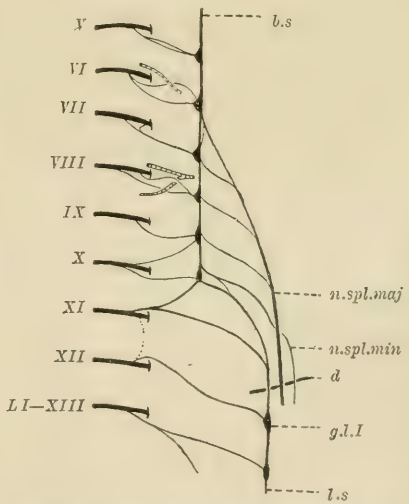
Abgesehen von der variablen Zahl der Ganglien am Brustgrenzstrange, welche in das G. stellatum aufgenommen werden, einer Zahl, welche mit der Ausbreitung der Art. intercostalis suprema variiert und mit dieser parallel geht (vgl. den Abschnitt »Halssympathicus«), sind die Brustganglien regelmäßig in den Intercostalspatien und an den Rippenköpfchen gelagert. Die Rr. comm. der Intercostalnerven verlaufen von diesen in etwas schräg caudaler Richtung zum Ganglion. Eine Ausnahme hiervon bildet in meinem Falle (Fig. 15) der Ast des 9. Thoracalnerven, der schräg

aufwärts zu einem Ganglion zieht, das dem des 8. Intercostalraumes dicht genähert ist.

Es kommt vor, daß die thoracalen Rr. comm. doppelt sind und die Art. intercostalis zwischen sich fassen. Eine scharfe Trennung der Rr. comm. in weiße und graue Gebilde ist nicht durchzuführen, obschon ich mehrmals Farbenunterschiede wahrnahm. Daß in dieser Hinsicht starke Kontroversen herrschen, geht z. B. aus der Bearbeitung des Sympathicus im Handbuche von Poirier und Charpy nach Soulié hervor. Obgleich dieser Autor angibt, daß hin und wieder die Rr. comm. doppelt oder dreifach sind, sagt er vom Farbenunterschiede, daß er »est excessivement rare, si tant est, qu'elle existe«.

Wie gewöhnlich setzt sich der Brustgrenzstrang, das Diaphragma durchsetzend, in die Bauchhöhle fort; es scheint jedoch im unteren Teile des Brustgrenzstranges oder am Übergang in den Bauchabschnitt hin und wieder eine Unterbrechung des Verlaufes vorzukommen. Tebbs erwähnt einen Fall, wo eine solche zwischen 11. und 12. Thoracalnerven gefunden wurde. Die Verbindung kam in der Weise zustande, daß der obere der beiden Nn. splanchnici minores sich teilte; ein medialer Teil verlief als N. spl. minor weiter, der laterale zog zum Ganglion des 12. Brustnerven. Von hier an verlief der Sympathicusstamm wieder normal.

Fig. 16.



Sogenannte Unterbrechung im Grenzstrange beim Menschen. Bezeichnung wie angegeben.

Es geht hieraus hervor, daß wir oberhalb des Diaphragma nämliche Verhältnisse antreffen, als z. B. bei Orang und bei den meisten Säugern direkt unterhalb des Diaphragma, denn auch bei ihnen verläuft der ganze Grenzstrang, einem N. spl. minor ähnlich, zum Zwerchfell, durchsetzt dieses und zerfällt sodann in zwei Äste, von welchen der laterale zum ersten Lumbalganglion zieht. Ich war in der Lage, einen dergleichen Fall zu beobachten und gebe in Fig. 16 den betreffenden Befund wieder.

Er zeigt bis zum Ganglion des 10. (und 11.) Thoracalnerven

nichts Abnormes. Auch der N. splanchnicus major besitzt normale Ursprungsverhältnisse. Vom Ganglion, das die Rr. comm. des 10. und 11. (teilweise) Brustnerven aufnimmt, setzt sich der Grenzstrang nicht in gerader Richtung fort, wir sehen vielmehr caudo-medialwärts einen Strang abgehen, der, seinem Verlaufe nach, einem N. splanchnicus minor sehr ähnlich ist und von Tebbs als ein solcher aufgefaßt worden ist. Jedoch geht aus der Vergleichung mit dem wahren N. spl. minor sofort hervor, daß es sich hier nicht um einen solchen Nerven handelt, sondern daß der Strang unterhalb des Diaphragmas in den ersten Lumbalknoten (*g.l.I*) (bzw. letzten Thoracalknoten) übergeht. Auf seinem Wege wurde er noch verstärkt durch einen zum 11. Th.-Nerven gehörigen R. comm. Der Unterschied zwischen dem gewöhnlichen Verlauf des Grenzstranges und dieser scheinbaren Unterbrechung liegt nur darin, daß er sich normalerweise ganz allmählich von seiner Lage in der Brusthöhle zu der mehr medialen Lagerung auf den M. psoas in der Bauchhöhle begibt, während dieser Übergang in dem auf Fig. 16 abgebildeten Fall mehr plötzlich geschieht, wobei der Verlauf des Grenzstranges dem des N. spl. minor ähnlich ist.

Wenn sich dann noch unmittelbar unterhalb des Diaphragma von diesem Grenzstrangteile ein R. splanchnicus (lumbalis) abzweigt, so stimmt er noch mehr mit einem N. spl. minor überein. Dieser eigenartige Verlauf ist wahrscheinlich Ursache, daß eine Unterbrechung im Grenzstrangverlaufe mehrmals in der Literatur verzeichnet wurde. Nach Haller und Bichat (zitiert nach Sappey) sollte die Verbindung zwischen letztem Brust- und erstem Lumbalganglion unbeständig sein. Wrisberg und Lobstein fanden eine solche Unterbrechung äußerst selten. Nach Sappey sollte eine Unterbrechung des Grenzstranges nicht vorkommen. Soulié scheint dieselbe nicht so sehr selten gesehen zu haben. Bei der Besprechung des N. splanchnicus minor sagt er, daß dieser Nerv immer eine Verbindung mit dem 1. Lumbalnerven eingeht. Diese Verbindung kann die einzige im Grenzstranggebiete sein, nämlich »wenn der Sympathicusstamm unterbrochen ist«, was zwischen 10. und 11. oder zwischen 11. und 12. Thoracalnerven vorkommen kann. Im allgemeinen Abschnitte komme ich auf die Erscheinung der (scheinbaren) Unterbrechung zurück.

Vom Lumbalgrenzstrange ist nichts Besonderes zu erwähnen. Ich fand vier Ganglien, welche durch sehr lange, den Psoas durchsetzende Rr. comm. mit den Lendennerven verbunden sind in dem

Sinne, daß jeder Nerv zwei oder drei Rr. comm. besitzt, welche zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien ziehen.

Der Sacralgrenzstrang ist mit den Sacralnerven durch einfache Rr. comm. verbunden, besitzt drei gesonderte Ganglien und geht dann mit dem anderseitigen in ein großes Ganglion impar über (Fig. 15 *g.i.*). Erwähnt sei eine Beobachtung von Fawcett (1), der den ganzen rechten Grenzstrang in den 2. Sacralnerven endigen sah. Es war dabei nur ein G. sacrale anwesend.

Von den peripheren Zweigen sei erstens der N. splanchnicus (major) erwähnt. Dieser setzt sich meistens aus Zweigen des 6. bis 9. Brustknotens zusammen. Es kommen hierin fast alle Autoren überein, nur bei Gegenbaur und bei Soulié finde ich als craniale Grenze bisweilen das 4. Brustganglion angegeben. Bei keinem Autor treffe ich eine caudale Grenze dieses Nerven, welche das Ganglion im 9. Sp. intercostale überschreitet. Ich fand bei den von mir untersuchten Fällen kein Ganglion (Arnold) im N. splanchnicus major, ebensowenig sah ich eine Queranastomose beider Nn. splanchnici majores, wie sie von Rüdinger (11) beschrieben worden ist.

Die übrigen Rr. spl. thoracales (Nn. splanchnici minores) entstammen meistens nach den Angaben der Autoren den Ganglien im 10. und 11. Sp. intercostale (fälschlich werden diese Ganglien meistens »der 10. und 11. Brustknoten« genannt). Daß hierin Variationen vorkommen, beweisen die Fig. 15 und 16: auf der ersteren bildet das Ganglion des 12., auf der zweiten das Ganglion des 10. Thoracalnerven die untere Grenze für die Rr. spl. thoracales (Nn. spl. min.). Die Rr. splanchnici durchsetzen das Diaphragma und gehen in der gewöhnlichen Weise in das G. solare über, geben Äste zur Nebenniere und zur Niere ab. Vom Lumbalgrenzstrange treten noch mehrere Zweige zum Plexus aorticus. Der meist caudale dieser Zweige, zum G. mesent. inf. ziehend, entstammt dem Grenzstrange in der Höhe des Ganglion vom 15. Thoraco-Lumbalnerven (3. L.). Bei Rauber liegt dieser Zweig in der Höhe des 14. Thoraco-Lumbalnerven (l. c. Fig. 588).

Oberhalb der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. fand ich, obwohl nicht regelmäßig, zwei aneinander gelagerte Ganglien (vgl. Fig. 15). In dem Plexus hypogastricus sup. verläuft ein deutlicher und ziemlich starker N. hypogastricus.

III. Allgemeiner Teil.

Für den Rumpf-Beckenteil des Sympathicus sowie für den Halssympathicus treten die Fragen in den Vordergrund, ob die verschiedenen Zustände bei den untersuchten Formen ein allgemeines Bauprinzip aufweisen oder Ausdruck waren von spezifischen Merkmalen, oder aber ob sie von höherer oder niedriger Organisation abhingen. Weiter erhebt sich die Frage, welche Beziehungen bestanden zwischen der Zahl der Wirbel und der Eingeweideäste. Ferner muß noch die Frage gestellt werden, ob besondere entwicklungsgeschichtliche Vorgänge für unsre Beurteilung des erwachsenen Zustandes Bedeutung haben. Schließlich konnte die Vergleichung des Säugetierzustandes mit dem Verhalten bei andern Vertebraten vorgenommen werden.

Ich werde im folgenden zunächst eine kurze Übersicht über den Bau des Grenzstranges geben, dessen Rr. communicantes und dessen Äste. Diesen Auseinandersetzungen werde ich einige entwicklungsgeschichtliche Erörterungen, soweit sie für uns von Interesse sind, hinzufügen, um mit Hinweisen auf die vergleichende Anatomie zu schließen.

Grenzstrang.

Der Rumpf- und Beckensympathicus der Säugetiere erstreckt sich als ein mit Ganglien versehener Nervenstrang vom G. stellatum bis zum Ende des Sacrum, woselbst er als sehr dünner Faserstrang in den Schwanz übergeht oder bei schwanzlosen Formen (*Homo*, Gorilla) in ein G. impar endet. In der Brusthöhle ist er seitlich von der Wirbelsäule den Köpfchen der Rippen angelagert; im Bauche liegt er seitlich von den Wirbelkörpern auf den Ursprungsbündeln des M. psoas. Im Becken liegt er, caudalwärts der Medianlinie sich nähernd, medial von den Foramina sacralia. An seiner lateralen Seite steht der Grenzstrang durch Rr. communicantes mit den aufeinanderfolgenden Spinalnerven in Verbindung; an der medialen Seite treten aus dem Grenzstrange Zweige hervor, welche sich zu den Eingeweideganglien (und Arterien) begeben. Daneben gehen feine Ästchen zu den segmentalen Arterien. Bei der Mehrzahl der Säuger sind im Grenzstrange die Ganglien und die intergangliónären Faserbündel scharf voneinander begrenzt. Wie ein einheitlicher Nerv verläuft der Grenzstrang von einem Ganglion zum nächstfolgenden. Anders verhält es sich bei den (meisten) Ungulaten, bei

denen der Sympathicus sich vortut als eine große Zahl nebeneinander verlaufender und paralleler Faserbündel, in welchen hin und wieder kleine und einige größere Ganglien eingestreut sind, wobei jedoch von einem regelmäßigen Abwechseln von Ganglien und Nerven keine Rede ist. Es ist dies eine Eigentümlichkeit des Ungulatengrenzstranges, worauf schon bei der Beschreibung des Halssympathicus hingewiesen worden ist. Besser noch als bei der makroskopischen sollten nach Fischer bei der mikroskopischen Untersuchung die Unterschiede, auch in der Verteilung der grauen und weißen Fasern, zutage treten.

Was die Lagerung und die Form der Grenzstrangganglien betrifft, so gilt, daß sie im Brustteile ganz allgemein von dreieckiger Form sind, dem lateralen Rande des Grenzstranges aufsitzen und mit ihrer Spitze dem Intercostalraum zugewendet sind. Sie lagern dabei der entsprechenden Intercostalarterie meistens dicht an. Die Rr. communicantes treten gewöhnlich in die Spitze der Ganglien ein.

Am Bauchgrenzstrange besitzen die Ganglien meistens eine ovoide Gestalt. Am cranialen spitzen Pole tritt der Grenzstrang in das Ganglion ein und verläßt es wieder an dem caudalen Pole. Am Sacrum sind die Ganglien kleiner und flacher, dem Sacrum dicht aufliegend. Es herrscht im allgemeinen keine Übereinstimmung zwischen der Zahl der Spinalnerven und der Grenzstrangganglien. Für den Thoracalabschnitt gilt vielmehr, daß die Zahl der Ganglien mit der Zahl der Intercostalarterien übereinstimmt. Es wird dies dadurch hervorgerufen, daß, wie es im 1. Teile dieser Arbeit beschrieben wurde, eine bestimmte Zahl von Brustganglien, und zwar eine mit der Ausbreitung der Art. intercostalis suprema parallel gehende, in das G. stellatum aufgenommen wird. Hin und wieder wird die Zahl der Brustganglien noch etwas dadurch vermindert, daß zwei (oder mehr) aufeinanderfolgende Ganglien zu einem größeren Knoten verschmelzen, was unmittelbar oberhalb des Diaphragma auftritt (vgl. hierzu die Fig. 1, 2, 3, 9, 15).

Im Bauchgrenzstrange pflegt die Zahl der Ganglien etwas geringer als die der Lumbalnerven zu sein, ohne daß in dieser Hinsicht von einem bestimmten Regelmaß die Rede sein kann. Am Anfange des Lumbalgrenzstranges liegt gewöhnlich ein großer Knoten, in den die Rr. communicantes mehrerer Spinalnerven eintreten (vgl. Fig. 2, 3, 9, 10, 11), dann folgen die übrigen, meist kleineren Lumbalganglien, zu welchen sich die Rr. communicantes der übrigen

Lumbalnerven verteilen. Regelmäßiger gestalten sich wieder die Ganglien am Sacralsympathicus, wo sie mit der Zahl der Nerven übereinstimmen.

Es besteht somit im Rumpfgrenzstrange eine gewisse Tendenz zur Entstehung eines oder einiger größeren Ganglien in der Nähe des Diaphragma, sei es, daß direkt oberhalb oder direkt unterhalb des Zwerchfelles ein Ganglion vorkommt, das mit mehreren Nerven durch Rr. communicantes in Verbindung steht. Ob zwischen dem Entstehen solcher größerer Ganglien und der Anwesenheit des Diaphragma ein bestimmter ontogenetischer Konnex besteht, oder ob ein Zusammenhang gesucht werden muß zwischen der Größe der Knoten und den Ursprungsstellen von Eingeweidenerven, ist durch rein morphologische Untersuchung nicht zu bestimmen. Weiterhin sei hingewiesen auf eine andre, mehr topographische Eigentümlichkeit. Der Grenzstrang lagert in der Bauchhöhle auf den Ursprungsbündeln des M. psoas neben den Wirbelkörpern. Er liegt somit weiter ventral und weiter medial als in der Brusthöhle. Bei mehreren Tieren, bei denen die Ursprungsbündel des M. psoas bis ziemlich hoch in den Thorax hinaufreichen, kommt die Lageveränderung des Grenzstranges ganz allmählich zustande. Doch kommt es auch vor (vgl. die Fig. 1, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 16), daß der Grenzstrang in der Höhe des Diaphragma ziemlich plötzlich stark medianwärts abbiegt, um dann seinen Verlauf auf den Psoas fortzusetzen. Zugleich sieht man dann (z. B. in Fig. 3, 5, 10, 14), wie vom ersten Lumbalknoten starke Zweige oder der ganze, den N. splanchnicus des Menschen bildende Eingeweideast den Grenzstrang verlassen. Wir werden dabei erinnert an einen ähnlichen Zustand wie im Halse beim G. cerv. medium, das am oberen Rande der Ansa Vieussenii oder an der Trennungsstelle des Vago-sympathicus in seine beiden Komponenten angetroffen wurde.

Das plötzliche Abbiegen des Grenzstranges medianwärts gibt bisweilen Anlaß zu dem Zustande, der als Unterbrechung des Grenzstranges bekannt und, hauptsächlich beim Menschen, wiederholt beobachtet ist (Fig. 10 und 16). Dieser Zustand ist so zu erklären, daß der Grenzstrang nicht am oberen Rande des Psoas, sondern weiter cranial (beim Menschen also in der Brusthöhle) schon medianwärts abbiegt und den Verlauf eines R. (N.) splanchnicus imitiert. Er kennzeichnet sich jedoch dadurch als Grenzstrang, daß er unterhalb des Zwerchfelles nicht zu dem peripheren Gebiete des N. splanchnicus minor verläuft, sondern in den ersten Lumbalknoten

übergeht (Fig. 16) oder sich unterhalb des Diaphragma in zwei Teile, in Grenzstrang und R. splanchnicus (Fig. 10) teilt.

Rami communicantes.

Jeder Rumpf- und Sacralnerv steht mittels einer oder mehrerer Rr. communicantes mit dem Grenzstrange in Zusammenhang. Nur einmal ist es mir nicht mit Sicherheit gelungen, den R. comm. eines Spinalnerven aufzufinden, nämlich beim 15. Thoraco-Lumbalnerven von *Ornithorhynchus* (in Fig. 2 durch eine Punktlinie angegeben).

Wie schon oben bemerkt wurde, verzichtete ich darauf, die Rr. communicantes nach ihrer Farbe zu unterscheiden, was an konserviertem Material nicht möglich war. Bekanntlich wurde, wie Langley in seiner Arbeit über »das sympathische und verwandte nervöse Systeme« hervorhebt, zuerst von Beck, später von Onodi (Pferd) ein Unterschied gemacht zwischen grauen und weißen Rr. communicantes. Am Halse und in der Beckengegend finden sich nur graue, in Brust- und Lumbalgegend graue und weiße Verbindungsäste.

Von Gaskell wurde ausführlich das Vorkommen von weißen und grauen Rami beim Hunde studiert. Vom 2. Thoracal- bis zum 2. Lumbalnerven ist nach diesem Forscher der Grenzstrang mit den entsprechenden Spinalnerven durch doppelte Rr. communicantes verbunden, deren einer weiß, der zweite grau ist. Meistens umfassen die beiden Äste die entsprechende metamere Arterie schlingenförmig. Am Halse und beim ersten Thoracalnerven sowie im Lendenabschnitte sind die Rr. communicantes einfach und grau.

Es besteht eine größere Zahl physiologischer Beobachtungen von Langley (Katze, Kaninchen, Hund), Sherrington (Affe) über die Bedeutung der weißen und grauen Äste.

Die weißen Fasern lehren uns nach Gaskell, Langley, Sherrington das Gebiet kennen, wo der Grenzstrang mit dem Rückenmarke in Verbindung ist. Aus den Untersuchungen von Langley ist außerdem noch hervorgegangen, daß der Zusammenhang zwischen Grenzstrang und Rückenmark bei mehreren Vertretern einer und derselben Species innerhalb bestimmter Grenzen variieren kann, was ihm Anlaß gab, von einer »anterioren, medianen und posterioren Anordnung« der Nerven zu reden.

Es ist von vornherein klar, welch große Bedeutung der Prüfung des Zusammenhanges zwischen Sympathicusstrang und Centralnervensystem, in Zusammenhang mit dem ganzen Baue und der Länge der Wirbelsäule, ihren Variationen und ihrer Verkürzung z. B. bei

den Primaten, der Anordnung der Plexus für die Extremitäten usw. beizumessen ist; jedoch glaube ich nicht, daß diese Frage durch eine vergleichend-anatomische Untersuchung wie die vorliegende zu lösen ist. Dafür habe ich folgende Gründe. Obwohl sehr oft, im Brust- wie im Bauchteile, eine Vermehrung der Rr. communicantes zu beobachten ist, so herrscht nach meinen Erfahrungen doch nicht eine Regelmäßigkeit im Sinne Gaskells. Dagegen meine ich, daß noch andre Ursachen als der Zusammenhang zwischen Rückenmark und Grenzstrang zu der Vermehrung der Rr. communicantes beitragen. Was die Regelmäßigkeit der Vermehrung der Rr. communicantes betrifft, so ist folgendes zu bemerken. Ein Blick auf die beigefügten Figuren genügt, um zu zeigen, daß von einer Anordnung, wie Gaskell sie für den Hund beschreibt, in der Regel nichts wahrzunehmen ist. Öfters kam es vor, daß zwischen Thoracalnerven mit doppelten Rr. communicantes ein solcher mit einem einfachen R. comm. bestand. Ein ziemlich häufiger Zustand war der, daß ein R. comm. sowohl am Eintritte in das Ganglion wie am Eintritte in den entsprechenden Nerven einfach war, sich jedoch in der Mitte seines Verlaufes in zwei spaltete, von denen die Art. intercostalis schlingenförmig umfaßt wurde (Fig. 4, 5, 8). Bei *Phoca vitulina* (Fig. 7) waren die Rr. communicantes am Grenzstrange einfach, am Spinalnerven doppelt, jedoch nicht durch die Arterie, sondern durch einige Muskelbündel getrennt. Bei *Dama vulgaris* (Fig. 9) war es gerade umgekehrt; waren die Äste also am Nerven einfach, so waren sie am Eintritte in den Grenzstrang doppelt. Langley (6) gibt für die Katze an, daß vom 5.—10. Thoracalnerven weiße und graue Rr. comm. gemeinschaftlich verlaufen, und daß vom 10. Thoracal- bis zum 4. Lumbalnerven der weiße Ast caudalwärts bis zum nächstfolgenden Ganglion gelangt. Dagegen ist in der Gesamtanordnung der Rr. communicantes der Rumpf- (Brust- und Lenden-)Nerven eine andre Erscheinung ganz regelmäßig wiederzufinden; es besteht eine Vermehrung der Rr. communicantes in dem caudalen Teil des Rumpfes gegenüber dem cranialen. Während im oberen Brustteile der R. comm. (bzw. die Rr. comm.) eines Spinalnerven zu dem entsprechenden Ganglion hinzieht, so ändert sich das Verhalten derartig, daß im unteren Brust- und im Lendenabschnitte ein jeder Nerv mehrere Rr. comm. besitzt, welche meistens zu zwei aufeinanderfolgenden Ganglien verlaufen. Somit steht ein jedes Ganglion auch mit mehreren (2—3) Spinalnerven in Verbindung. Es ist diese Vermehrung der Rr. comm. auch von Langley gesehen worden. Er sagt

(l. c. S. 837): »In allen diesen Fällen verläuft die große Mehrzahl der von einem Ganglion abgegebenen Nervenfasern im grauen Ramus — richtiger in den grauen Rami, da es deren gewöhnlich mehr als einen gibt — des Ganglions zu den entsprechenden Spinalnerven«. An andrer Stelle (6) heißt es von der Katze (l. c. S. 184): not unfrequently there are two white rami running to a ganglion and two grey rami running from it«. Es ist unverkennbar, daß ein Konnex zwischen der Vermehrung der Rr. comm. und dem Ursprungsgebiet des M. psoas an der Wirbelsäule besteht. Wo dieser Muskel auftritt, sieht man auch die Vermehrung der Rr. comm. zutage treten. Sie verlaufen dann meistens auf langem Wege, öfters stark bogenförmig, bisweilen einen Proc. transversus eines Wirbels umkreisend, zwischen den Bündeln des genannten Muskels, um die Verbindung zwischen Sympathicus und Spinalnerven herzustellen. Dabei kommt es vor, daß die Rr. comm. von aufeinanderfolgenden Spinalnerven sich unterwegs vereinigen oder zur Überkreuzung gelangen. Die verschiedenen Rr. comm. erreichen (bzw. verlassen) den Spinalnerven an verschiedenen, bisweilen weit voneinander entfernten Stellen. Während z. B. ein Ast direkt am Foramen intervertebrale zum Vorschein kommt, zweigt ein zweiter sich von einer mehr peripheren Strecke des Nerven ab (oder tritt in ihn ein) (vgl. Fig. 3, 6—9, 13, 15). Im Sacralteile, wo von einem Einfluß des M. psoas keine Rede ist, begegnet man wieder einer Anordnung der Rr. comm. wie im oberen Brustteile.

Es muß die Vermehrung der Rr. comm. im Gebiete des M. psoas während der Ontogenie zustande gekommen sein; ihr Auftreten, ihre mögliche Ursache können nur durch Beobachtung der Ontogenie aufgedeckt werden. Soweit mir bekannt wurde, finden sich hinsichtlich dieses Punktes in den betreffenden Arbeiten (His jr., Kohn) keine Angaben.

Das eigenartige Verhalten der Rr. comm. im Schwanz beim Pferde, wie es ausführlich von Fischer beschrieben wurde, zeigt das Folgende. Vom 3. Sacralganglion an teilt sich nach diesem Autor der Grenzstrang in zwei Teile; der mediale Strang setzt den Grenzstrangverlauf fort (l. c. Fig. 3), der laterale Strang begibt sich zu einer bestimmten Zahl von Sacralnerven (l. c. Fig. 3 bis zum 5.) und verliert sich schließlich in dem, durch Vereinigung der ventralen Schwanznerven entstandenen Stamm, der die Artt. caudales laterales spitzenwärts begleitet. Während Fischer den lateralen Strang als einen Teil des Grenzstranges betrachtet, neige ich der

Meinung zu, daß hierin ein Komplex von Rr. comm. enthalten sei, welche sich zu einem Stamme vereinigt haben, ähnlich wie die Nn. cervicales zu einem N. vertebralis vereinigt sind. Dieser zusammengesetzte R. comm. verbindet sich dann mit dem letzten Sacralknoten. Ob vielleicht an einen Zusammenhang gedacht werden muß zwischen der Anwesenheit dieser Rr. comm. (mit postganglionären Fasern) und dem stark entwickelten Schwanz mit seinen langen Haaren, kann natürlich nur experimentell nachgeforscht werden.

Grenzstrangzweige.

In der Einleitung wies ich darauf hin, daß es nicht möglich ist, bei allen Säugern einen N. splanchnicus im Sinne der menschlichen Anatomie zu unterscheiden. Bei mehreren Formen trennen sich die Zweige, welche zu dem G. solare (und Umgebung) gelangen, schon in der Brusthöhle vom Grenzstrange ab und bilden einen N. splanchnicus (vgl. Fig. 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16), bei andern (vgl. die übrigen Figuren) verlassen sie den Sympathicus unterhalb des Diaphragma. Daß auch in der erstgenannten Kategorie noch große Unterschiede herrschen, geht ohne weiteres aus der Vergleichung z. B. der Fig. 12 mit 13 oder 4 mit 8 oder, um mich auf den Menschen zu beschränken, der Fig. 15 mit 16 hervor.

Um eine einheitliche Nomenklatur für die einander homologen Nerven durchführen zu können, habe ich alle Zweige, welche vom Grenzstrange zu den Eingeweide-Ganglien oder -Plexus verlaufen, als Rr. splanchnici unterschieden, und zwar als Rr. splanchnici thoracales und lumbales. Vereinigen sich in der Brusthöhle mehrere Rr. splanchnici zu einem einzigen Nerven, dann kann dafür der Namen N. splanchnicus angewendet werden.

Zwischen Säugetieren mit und solchen ohne N. splanchnicus besteht also nur der Unterschied, daß im ersten Falle die Rr. spl. im Thorax sich zu einem vom Grenzstrang gesonderten Nerven vereinigen, während sie im zweiten Falle den Grenzstrang bis unterhalb des Diaphragma begleiten. Der Besitz eines N. splanchnicus ist weder ein Merkmal einer oder einiger Säugergruppen, noch ist es ein unverkennbares Merkmal etwa einer höheren Organisation, obwohl bemerkt werden muß, daß alle untersuchten Primaten zu der Gruppe der Säuger mit einem N. splanchnicus gehören. Solange jedoch über die Ontogenie des N. splanchnicus nicht mehr Licht verbreitet ist, kann über sein Wesen im Zusammenhang mit der systematischen Stellung des Tieres nur Hypothetisches ausge-

sagt werden. Eine Bestimmung der cranialen Grenze der Rr. splanchnici ist, wenigstens in der übergroßen Mehrzahl der Fälle, morphologisch nicht zu geben. Fischer gelang es, bei *Capra* in dem aus locker aneinandergefügten Bündeln bestehenden Grenzstrang die Rr. splanchnici bis zum 7. Thoracalganglion hinauf zu verfolgen. Auch bei *Dama* konnte ich, ohne mit Bestimmtheit eine Grenze stellen zu können, die Rr. splanchnici eine Strecke weit im medialen Grenzstrangteil cranialwärts verfolgen. Es wird jedoch Sache der mikroskopischen Anatomie (des Experimentes?) oder der Physiologie sein, diese Grenze zu bestimmen. In ersterer Hinsicht besitzen wir schon mehrere wertvolle Angaben von Langley, welcher mittels der Methode der sekundären Degeneration bestimmte, daß »die äußersten Grenzen der Nervenfasern für die prävertebralen Ganglien der Eingeweide bei der Katze der 4. Thoracal- bis zum 4. oder 5. Lumbalnerv sind«. Beim Hund sollte der 3. oder 4. Lumbalnerv die unterste Grenze sein.

Durch makroskopische Untersuchung festzustellen ist dagegen die meist caudale Grenze derjenigen Zweige, welche zu dem meist caudalen der prävertebralen Eingeweide-Ganglien, dem G. mesent. inf. ziehen.

In einer Tabelle gebe ich zunächst die Resultate meiner Untersuchungen wieder.

Name des Tieres	Th.	L.	Th.-L.	Caudale Grenze der Rr. spl.
Echidna aculeata	15	4	19	18. (17. 18.)
Ornithorhynchus paradoxus	17	2	19	18. (18. 19.)
Didelphys marsupialis	12	6	18	16.
Halmaturus speciosus	13	6	19	18. (17. 18.)
Erinaceus europaeus	15	8	23	20. (20. 21.)
Tatusia novemcincta	9	5	14	14.
Coelogenys paca	13	7	20	16. (15. 16.)
Mus rattus	13	5	18	16. (16. 17.)
Lepus cuniculus	12	8	20	17. (18. Langley.)
Phoca vitulina	15	5	20	18.
Felis leo	13	7	20	18.
Canis familiaris	14	6	20	19. (18. 19.)
Bos taurus	13	7	20	19. (19. 20.)
Dama vulgaris	13	7	20	17.
Lemur macaco	12	5	17	14. (?)
Nycticebus javanicus	15	8	23	20. (19. 20.)
Cebus hypoleucus	14	5	19	17.
Hapale jacchus	13	6	19	16. (15. 16.)
Cercopithecus cynomolgus	12	6	18	17.
Cynocephalus hamadryas	13	6	19	17. (16. 17.)
Hylobates lar	13	5	18	16.
Orang	12	4	16	14.
Homo	12	5	17	15.

In den ersten drei Reihen der Tabelle sind die Zahlen der Thoracal-, Lumbal- und Thoraco-Lumbalwirbel angegeben; in der letzten Reihe melden die Zahlen die untere Grenze der zum G. mesent. inf. verlaufenden Grenzstrangzweige. Diese Zahlen bringen zum Ausdruck, daß an der Stelle, wo dieser meist caudale Eingeweidezweig den Grenzstrang verläßt, sich die Eintrittsstelle der Rr. comm. des betreffenden (oder der betreffenden) Spinalnerven findet. Dies war das allein Wertvolle zur Grenzbestimmung, da, wie wir schon sahen, die Zahl der Lumbalknoten zu wechselnd ist und keine Übereinstimmung zeigt mit der Zahl der Lendenwirbel.

Die Tabelle lehrt uns verschiedenes: erstens was von vornherein zu erwarten war, daß mit der Verkürzung des Rumpfes sich die Grenze cranialwärts verschiebt. Ordnen wir die Ziffern der Tabelle nach der Zahl der Wirbel, so bekommen wir folgendes Resultat:

Zahl der Wirbel	Caudale Grenze der Rr. spl.
23	20—21; 19—20
20	15—16; 17; 17—18; 18; 18; 18—19; 19 (20)
19	15—16; 17; 17; 17—18; 18; 18
18	16; 16; 16—17; 17
17	14 (?); 15
16	14
14	14

Ferner entnehmen wir aus der Tabelle, daß kein ganz bestimmtes Regelmaß in betreff der genannten Grenze obwaltet. So lag bei einer Zahl von 20 Thoraco-Lumbalwirbeln einmal die besagte Grenze zwischen 15 und 16, während bei einer Zahl von 18 Thoraco-Lumbalwirbeln diese Grenze niemals höher als zum 16. Segmente gefunden wurde. Auch bei einer gleichen Zahl der Wirbel scheint die untere Grenze der Eingeweidezweige, selbst nicht unerheblich, schwanken zu können, wofür die Reihe mit 20 Thoraco-Lumbalwirbeln die besten Beweise abgibt. Im allgemeinen bleibt jedoch die caudale Grenze fast immer wenigstens ein Segment oberhalb der Lumbo-Sacralgrenze.

Was die caudale Grenze der abgehenden Eingeweideäste vom Grenzstrang betrifft, so läßt sich Ähnliches wie für die Ursprungshöhen der Eingeweidearterien bezüglich der Segmente feststellen.

In der Untersuchung über eine große Anzahl von Primaten kommt Fransen zu dem Schlusse: »qu'il n'y a pas une corrélation absolue entre le nombre de segments thoraco-lombaires et le vaso-

tome duquel le tronc coeliaque, resp. la mésentérique supérieure se développe« (l. c. S. 239), während er (l. c. S. 242) sagt »la relation existant entre le nombre de vertèbres thoraco-lombaires et la hauteur d'origine de la mésentérique inférieure n'est cependant nullement constante«. Meine Untersuchungen sind nicht ausreichend für eine Besprechung der Frage, ob bestimmte Beziehungen bestehen zwischen der Anordnung der Eingeweidenerven und der Verbindung des Sympathicus mit dem Centralnervensystem, oder zwischen der variierenden Höhe der Eingeweidezweige und dem Plexus für die Extremitäten. Obgleich in letzterer Hinsicht einige wertvolle Angaben von Langley vorliegen, einige wenige Tiere (Katze, Kaninchen, Hund) betreffend, so würde eine ausgebreitetere Untersuchung an einer Tierspecies notwendig sein zur Beantwortung der Frage, ob bestimmte Verhältnisse zwischen der Lagerung der Eingeweide, (ihrer Arterien und Nerven) und der Stellung der Extremitäten in bezug auf die Wirbelsäule obwalten.

Dreimal wurde im Verlaufe eines N. splanchnicus ein Ganglion, das G. splanchnicum (Arnold) beobachtet (Fig. 4, 8, 14). Das Ganglion lag jedesmal unterhalb des Diaphragma, einmal im Verlaufe des Nerven (Fig. 4), zweimal da, wo sich der N. splanchnicus in seine Zweige auflöste. Bei den andern Formen, bei denen ein N. splanchnicus gefunden wurde, fehlte ein G. splanchnicum.

In der Bauchhöhle teilt sich der N. splanchnicus in mehrere Äste. Ein Teil dieser Äste geht zur Nebenniere, einige Fasern, in denen sehr oft ein kleines Ganglion (G. renale) vorkommt, ziehen zur Niere, die Mehrzahl — nur bei *Echidna* die Gesamtzahl — der Fasern jedoch verläuft zum G. solare. Von ihm kann gesagt werden, daß es im allgemeinen aus zwei breit miteinander verbundenen Teilen besteht, welche auf den Ursprungsstellen der Art. coeliaca und Art. mesent. inf. liegen. Das G. solare steht auch mit dem anderseitigen durch breite Anastomosen in Verbindung.

Die Form der ganzen Ganglienmasse variiert sehr stark. Ob diesen Formvariationen bei verschiedenen Tierspecies oder bei mehreren an Krankheiten verstorbenen derselben Species eine größere Bedeutung beizumessen sei, scheint mir sehr fraglich zu sein. Von Laignel-Lavastine sind solche Formvariationen beschrieben und abgebildet worden.

Ausnahmsweise lag das G. solare nicht auf der Ursprungsstelle der beiden großen Arterien, sondern weiter caudal (Fig. 10). Vielleicht steht diese Erscheinung mit der außerordentlich langen Wirbel-

säule (23 Wirbel) des betreffenden Tieres (*Nycticebus javanicus*) in Zusammenhang. Bei *Erinaceus*, ebenfalls mit 23 Thoraco-Lumbalwirbeln, lag aber das G. solare auf den Arterienursprüngen.

Das eigenartige Verhalten des ganzen Sympathicus der Ungulaten äußert sich auch wieder in den Eingeweidenerven. Hier kommt statt eines gut umschriebenen G. solare auf den Ursprüngen der Art. coeliaca und Art. mesent. sup. ein an kleinen Ganglien reicher Plexus (Fig. 9) vor.

Das G. solare wird regelmäßig verstärkt von einem Ast des N. vagus. Fast immer trennt sich dieser erst in der Bauchhöhle vom Vagus (Plexus) ab. Nur der Deutlichkeit wegen ist er in den Figuren, welche schematisch gedacht sind, höher vom Vagus sich abspaltend gezeichnet worden. In zwei Fällen dagegen, nämlich bei *Erinaceus* (Fig. 4) und *Hylobates* (Fig. 13) trennte sich schon in der Brusthöhle ein Ast vom Vagusstamme ab, durchsetzte durch eine eigne Öffnung das Diaphragma (s. o.) und trat in das G. solare ein. Ich habe die periphere Verbreitung der Äste vom G. solare nicht weiter verfolgt. Der Plexus aorticus setzt das G. (bzw. Plexus) solare mit dem G. oder den Gg. mesent. inf. in Verbindung; er wird von den Ästen des Lumbalstranges verstärkt. An der Ursprungsstelle der Art. mesent. inf. lagert ein Ganglion oder deren mehrere (2—3), deren Äste die genannte Arterie begleiten. Caudalwärts setzt sich das Ganglion in den Plexus hypogastricus sup. fort. An ihm ist ein Nerv, der N. hypogastricus, durch seine Dicke ausgezeichnet. Er verläuft hauptsächlich zur Blase und dem oberen Teile des Urogenitaltractus. Für die feineren Beziehungen zwischen diesem Nerven und den Eingeweidezweigen des Sacralplexus (sacrales autonomes System) sei hier auf die äußerst genauen und ausgedehnten Untersuchungen von Langley und Anderson (8) (Katze, Hund, Kaninchen) hingewiesen.

Zur Frage, ob die Ontogenie des Sympathicus uns etwas lehren könne zum Verständnisse der Morphologie des Grenzstranges und seiner Zweige, wie wir sie kennen gelernt haben, sei folgendes bemerkt.

Bezüglich der allgemeinen ontogenetischen Vorgänge beim Auftreten des Grenzstranges verweise ich auf die Beschreibungen im 1. Teil dieser Arbeit und im besonderen auf die Arbeiten von Onodi und von His jr. Aufmerksamkeit verdient noch eine in letzter Zeit erschienene Arbeit von A. Kohn. Nach ihm kommt keine Auswanderung von sympathischen Zellen, wie sie His beschreibt, zu-

stande. Die sympathischen Zellen stellen vielmehr Neurocyten (Kupffer) vor, welche sich durch Teilung vermehren und so von ihrer ursprünglichen Stelle (dem gemischten Spinalnerven) medianwärts vorgeschoben werden.

Was den uns hier interessierenden Sympathicusteil betrifft, sei folgendes erwähnt. Beim menschlichen Embryo von 10,2 cm ist nach His der Grenzstrang zellig und unsegmentiert, hier und dort besteht schon ein faseriger Teil. Mit den Spinalnerven ist er durch dicke Rr. comm. in Verbindung. Oberhalb und unterhalb der Art. omphalo-mesenterica liegen große Ganglien, von denen Äste zu den Nieren und zum Mesenterium gelangen (Plexus coeliacus). Zwei Stämmchen (N. splanchnicus major und N. splanchnicus minor) verbinden die Ganglien mit dem Grenzstrange. In der Höhe der Art. umbilicalis ist der Grenzstrang verdickt, von hier aus gehen starke Bündel zu den Eingeweiden. Der ganze, noch nicht vom Grenzstrange getrennte Komplex stellt die Anlage des G. mesent. inf. der Beckenganglien und des Bauchaortenplexus vor. Ähnliche Zustände finden sich bei Kaninchen und Katze.

Über die Entstehung des N. splanchnicus findet sich des weiteren bei Neumayer (10), l. c. S. 562 folgende Angabe: »Spätere Entwicklungsstadien des Menschen (über 22 mm) zeigen das G. cervicale, ebenso die Gg. sacralia bei einem 4 cm langen Embryo abgesondert, und aus ersterem sieht man den N. splanchnicus im Auswachsen begriffen.«

Aus Untersuchungen Kohns entnehme ich auf S. 274 folgendes: »Bei Kaninchenembryonen von 11 Tagen ist noch nichts vom sympathischen Nervensystem zu entdecken, nach dem 12. Tage ist es leicht und sicher zu erkennen. Aber in der Zwischenzeit sind niemals segmentale Zellwucherungen an den spinalen Nerven zur Beobachtung gelangt.« Weiter heißt es: »Das Vorkommen segmentaler Anlagen allerdings ist bei größter Genauigkeit der Untersuchung und sorgfältigster Auswahl der Stadien unbedingt auszuschließen. Gleichwohl läßt sich das gleiche Entwicklungsprinzip, daß das sympathische Nervensystem vom spinalen abstamme, auch für die Säugetiere direkt nachweisen.«

Meines Erachtens widersprechen sich diese zwei Sätze, denn wo das spinale Nervensystem rein segmental angeordnet ist, muß das sympathische, das auch nach Kohn ein Produkt des spinalen ist, ursprünglich segmental entstehen. Dies geht auch hervor aus den Beschreibungen auf S. 294 und 295, wo gesagt wird: »Vom

distalen Ende des Spinalnerven biegen die ersten Neurocyten medianwärts ab«, und weiter: »Von solchen Herden breiten sich dann die sympathischen Zellhäufchen nach oben und unten aus, treten mit benachbarten in Verbindung, und so entsteht zu beiden Seiten der Körpermitte ein zusammenhängender, sympathischer Grenzstrang, der in seiner ersten Periode ein rein zelliges, netzartiges Gefüge besitzt. Vom Grenzstrange wachsen an bestimmten Stellen Zellzüge ventralwärts aus, und so wird die Aorta abdominalis bald von einem Kranze zusammenhängender Zellgruppen umschlossen.«

Später (Embryo von 16 Tagen) tritt eine Gliederung im Grenzstrange auf. Die Ansammlungen von Zellen, die späteren Ganglien, »lassen weder bezüglich ihrer Lage noch ihrer geringeren Zahl ein gesetzmäßiges Verhältnis zu den Spinalganglien oder zu den Rr. comm. erkennen« (l. c. S. 291).

Nach Kohn ist es zu bezweifeln, daß alle peripheren Gangliengeflechte, die man als sympathische bezeichnet, vom Grenzstrange abstammen. Bei Embryonen von 13 Tagen sind die Ganglienansammlungen dorsal vom Genitalstrange schon ansehnlich entwickelt, und diese sind durch deutliche Äste mit den Spinalnerven verbunden, während es zu derselben Zeit in jener Region noch nicht zur Bildung eines Grenzstranges gekommen ist (l. c. S. 287).

Aus dem Vorangehenden geht deutlich hervor, daß mehr über die Histogenese als über die Organogenese des Sympathicus durch embryologische Untersuchungen festgestellt ist. Obwohl die Entstehung der Rr. comm. schon mehrfach beschrieben wurde, wissen wir nicht, ob ihre Vermehrung an einem einzelnen Nerven dem wiederholten Auftreten von Zellwucherungen zu verdanken ist, oder ob der ursprünglich einfache R. comm. durch eine Arterie oder durch Muskelbündel in mehrere Stränge gespalten wird. Für die erste Auffassung könnten der große Abstand zwischen den einzelnen Rr. comm. eines und desselben Nerven sowie ihr Verlauf zu verschiedenen Ganglien angeführt werden. Für die zweite wäre an einen Vorgang zu denken, welchen Hochstetter bei der Entstehung der Ansa Vieussenii beschreibt. Jedoch ist mir nichts bekannt geworden über die gegenseitige Lagerung von Rr. comm. und segmentalen Arterien während der Ontogenese.

Ebenfalls unbekannt ist es, ob ontogenetische Unterschiede zwischen grauen und weißen Rami comm. bestehen. Kohn sagt hierüber (l. c. S. 297): »Der definitive R. comm. ist eine viel kompli-

ziertere Bildung, aber die Verbindung zwischen sympathischem und spinalem Nervensystem ist primär und ursprünglich.«

Das Auftreten der Grenzstrangganglien sollte nach Kohn unabhängig von den Arterien geschehen. Allerdings scheint dieses mehr für den Bauchstrang als für den Bruststrang zu gelten, denn in der Brusthöhle findet man im erwachsenen Zustande die Ganglien doch fast immer den Intercostalarterien angelagert.

Obwohl der N. splanchnicus beschrieben wird als eine Wucherung vom Grenzstrange aus, meine ich, daß embryologische Untersuchungen, welche die Lagerungsveränderungen der Eingeweidearterien und die Entstehung des Diaphragma mit in den Kreis der Untersuchung ziehen, notwendig sind, bevor wir uns von der Morphogenese dieses Teiles des Sympathicus eine ganz richtige Vorstellung bilden können. Es ist wahrscheinlich, daß auch ein Zusammenhang bestehen wird zwischen der Ontogenie des Diaphragma und der Bildung größerer Grenzstrangganglien in seiner Umgebung.

Daß wir in den Bildungen, welche Kohn im caudalen Körperende, dorsal von den Geschlechtssträngen beschreibt, die ersten Anlagen derjenigen Nerven zu sehen haben, welche direkt von den Sacralnerven (beim Menschen meist SII und III) zu dem caudalen Darmende verlaufen, ist wohl klar.

Was schließlich die vergleichende Anatomie des Sympathicus anlangt, so kann ich auf das im allgemeinen Teile des 1. Abschnittes dieser Arbeit Gesagte hinweisen: daß der Grenzstrang in seinen verschiedenen Formen bei den Vertebratenklassen, wo er vorkommt, vergleichbar ist. Das geht ohne weiteres aus dem für alle Klassen einheitlichen Entwicklungsmodus (Neumayer, Kohn) hervor. Daß auch die Rr. comm., wenn sie in der gleichen Weise entstehen, einander homolog sind, ist klar. Ob der Zusammenhang jedoch zwischen centralem und sympathischem Nervensystem bei den verschiedenen Klassen derselbe ist, kann erst durch weitere Untersuchungen entschieden werden. Von den Vögeln sagt Langley (7) l. c. S. 223: »The distinction of white and grey rami communicantes, which exists in the mammal, does not exist in the bird, since the very great majority, if not all, of the fibres given off by the sympathetic vertebral ganglia are medullated fibres.« In dieser Klasse ist also die Ausdehnung der Verbindung von centralem und sympathischem Nervensystem nicht wie für die Säuger durch die Anwesenheit der weißen Rr. comm. festzustellen.

Inwieweit die Ausbreitung der peripheren Zweige am Grenz-

strange zu vergleichen ist, kann ebenfalls erst durch weitere morphologische Untersuchungen festgestellt werden. Genaue Kenntnisse, z. B. von der Lage des meist caudal gelegenen Eingeweidezweiges bei andern Vertebratenklassen fehlen uns noch. Von den Vögeln sagt LANGLEY l. c. S. 223: »the splanchnic arises from the thoracic nerves, small branches run to the lower viscera from the upper lumbar nerves«.

Was die peripheren Zweige, hauptsächlich die Nn. splanchnici betrifft, so weist GEGENBAUR auf die Verschiebung des Ursprunges dieser Nerven nach mehr caudal gelegenen Teilen des Grenzstranges hin, wie sie bei Schildkröten, Vögeln und Säugetieren sich einstellt, und verknüpft diese Erscheinung mit der Ausdehnung des Vorderdarmes in caudaler Richtung.

Aus diesen Bemerkungen geht wohl hervor, daß auch für den Rumpf- und Beckenteil des Sympathicus eine Verknüpfung der anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Forschungsresultate sich nicht durchführen läßt, ebensowenig wie zurzeit eine strenge vergleichende Anatomie. Die Ursache hierfür liegt in unsern noch immer lückenhaften Kenntnissen der Morphogenese, speziell der Grenzstrangzweige und deren Verhältnisse zu den umgebenden Organen (Diaphragma); für eine strenge vergleichende Anatomie fehlen noch die erforderlichen umfangreicheren systematischen Untersuchungen.

Durch weitere Untersuchungen hoffe ich diesen Fragen späterhin nähertreten zu können.

Literaturverzeichnis.

Außer den im ersten Teile genannten Arbeiten sind noch anzuführen:

1) FAWCETT, E., An unusual mode and site of termination of the right sacral sympathetic cord in man. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XXIX. pag. 329.

2) FRANSEN, J. W. P., Le système vasculaire abdominal et pelvien chez les Primates. Petrus Camper. Bd. IV. pag. 215.

3) HIS, W., jr., Über die Entwicklung des Bauchsympathicus beim Hühnchen und beim Menschen. Archiv für Anat. und Physiol. Supplement zur Anat. Abt. 1897. S. 137.

4) Justchenko, A. J., Sur les rapports du ganglion sympathique mésenterique inférieur avec l'innervation de la vessie. Archives de la Soc. biologique de St. Pétersbourg. 1898.
5) Kohn, A., Über die Entwicklung des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. LXX. S. 266.
6) Langley, J. N., On the arrangement of the sympathetic nervous system, based chiefly on observations on pilo-motor nerves. Journ. of Phys. Bd. XV. pag. 176.
7) —— On the sympathetic system of birds and on the muscles which move the feathers. Ibid. Bd. XXX. pag. 221.
8) —— and Anderson, H. K., The innervation of the pelvic and adjoining viscera. Ibid. Bd. XX. pag. 372.
9) Laignel-Lavastine, Les variations macroscopiques du plexus solaire. Bull. de la Soc. anatomique de Paris. 1905.
10) Neymayer, in Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Bd. II. Teil 3. S. 553.
11) Tebbs, The sympathetic innervation of the aorta and intercostal arteries. Journal af Anatomy and Physiology. Bd. XXXIV. pag. 308.

(*Aus dem deskriptiv-anatomischen Institut in München.*)

Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen.

II. Über intersegmentale Lymphherzen nebst Bemerkungen über das Lymphsystem.

Von

Dr. Harry Marcus,

Assistent am anatomischen Institut München.

Mit Tafel XVI und 6 Figuren im Text.

Über das Lymphsystem der Gymnophionen ist noch nichts bekannt, wenigstens habe ich in der Literatur keine diesbezüglichen Angaben finden können außer einer Notiz von den Vettern Sarasin. Sie beschrieben die Haut: »Durch die beiden horizontal verlaufenden Bindegewebslagen und die zwischen diesen ausgespannten vertikalen Scheidewände werden Räume eingeschlossen, welche auf dem Längsschnitt als kleine Kästchen erscheinen. Wenn wir uns aber die Sache körperlich vorstellen und diese Lamellen und die von ihnen begrenzten Räume um den ganzen Körper des Tieres herum uns fortgesetzt denken, so erhalten wir statt kleiner Kästchen kanalartige Räume, welche den ganzen Rumpf umkreisen. Diese Kanäle sind in dem eben besprochenen Stadium (eines eben zum Ausschlüpfen reifen Embryos) mit lockerem Bindegewebe und Lymphe[1] angefüllt.« Der obige Titel besagt, daß ich keine erschöpfende Darstellung des Lymphsystems geben kann, weil ich keine lebenden Tiere zur Injektion zur Verfügung habe. Ich konnte also nur die Hauptstämme verfolgen an dem vorzüglich fixierten Brauerschen Material von *Hypogeophis*.

Über Fixation usw. verweise ich auf Brauers[2] Arbeit. Die Stadienbenennung ist wie in meinem ersten Beitrag[3]. Die Zahl der Stadien entspricht der Figurenzahl von Brauers[4] zweitem Beitrag: Über die äußere Körperform.

[1] Im Original nicht gesperrt. [2] Zoolog. Jahrb. Bd. X. 1897.
[3] Archiv für mikrosk. Anat. Bd. LXXI. 1908.
[4] Zoolog. Jahrb. Bd. XII. 1899.

Topographie.

Das Lymphsystem bei *Hypogeophis* ist rein segmental gegliedert. Die Lymphe aus jedem Körpersegment sammelt sich jederseits in dicken Lymphröhren, die in ein Lymphherz münden, das unmittelbar vor den Venen eingeschaltet ist.

Bekanntlich sind die Gymnophionen äußerlich segmentierte Tiere. Zwischen zwei Hautringeln liegt stets ein Körpersegment. Bei gewissen Formen kommen noch sekundäre Hautringel vor, die aber auch später entstehen und meist nicht so ausgeprägt sind. Durch diese sekundären Bildungen getäuscht, leugneten die Vettern Sarasin[1] die Metamerie der Hautringel, eine Auffassung, gegen die Brauer (99) sich schon gewandt hat und die durch meine Abbildungen 2 und 3 endgültig widerlegt sein dürfte. Bei *Hypogeophis alternans* sind die sekundären Furchen stärker ausgebildet und beim erwachsenen Tier nicht von den primären zu unterscheiden, daher zählt man bei dieser Form an der Oberfläche im Durchschnitt 150, bei *Hypogeophis rostratus* dagegen nur 110 Ringel, »obgleich die Zahl der Segmente wenig bei beiden Formen verschieden ist« (Brauer, 99, S. 504). Wir haben also über 100 Segmente in beiden Formen, in jedem paarige Lymphherzen, so daß in jedem Tier deren Zahl 200 übersteigt.

Wir finden die Lymphherzen im ganzen Rumpf, sie reichen bis zum hintersten Körperende, also auch hinter die Cloake. Im Kopf dagegen fand ich keine. Das vorderste Lymphherz liegt nicht oberflächlich, da es von den Muskeln, die zum Kopfe ziehen, bedeckt wird.

Die Lymphherzen liegen ganz oberflächlich unmittelbar unter der Haut und zwar ganz regelmäßig dort, wo eine Einsenkung der Haut, also ein Ringel sich befindet. Sie sind also intersegmental angeordnet. Man trifft sie nur unter den primären Ringeln, nicht unter den sekundären.

Wenn man über die Lage der Lymphherzen aus Schnittpräparaten orientiert ist, kann man sie leicht auch makroskopisch unter der Lupe präparieren. Man braucht nur die Epidermis von der Mitte des Rückens scharf herabzupräparieren, so bemerkt man, daß das ganze Tier von einer äußerst dichten Fascie eingehüllt ist, auf die schon Wiedersheim[2] aufmerksam gemacht hat.

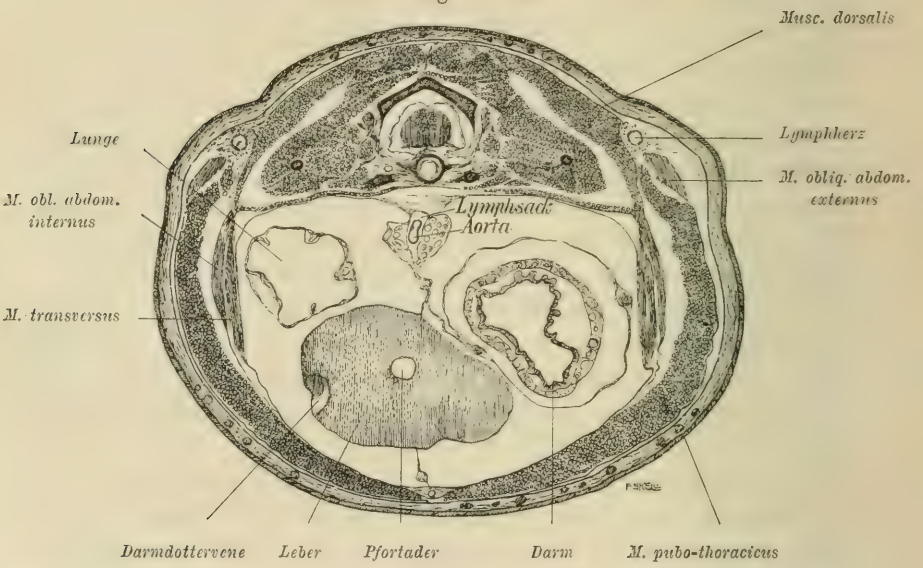
Zu beiden Seiten der Mittellinie sieht man den metamer ge-

[1] Ergebnisse naturw. Forschungen. Bd. II. Wiesbaden 1887—1893.
[2] Anatomie der Gymnophionen. 1879.

gliederten Musculus dorsalis durchschimmern, und wo er seitlich aufhört, bildet er mit dem ventral gelegenen Musculus obliquus abdominis externus eine Rille, die auch an WIEDERSHEIMS Bildern kenntlich ist. In dieser Rille sieht man einen längs verlaufenden weißen Strang, der intersegmental unterbrochen erscheint. Sieht man sich die Verhältnisse bei stärkerer Vergrößerung an (binoculares Mikroskop), so bemerkt man, daß der Strang aus Gefäßen besteht und intersegmental im Bindegewebe ein feines stecknadelkopfgroßes Bläschen dieselben unterbricht.

Dies ist das Lymphherz. Man sieht auf den ersten Blick, daß es in besonders dicht verfilztem Bindegewebe eingelagert ist: Ein-

Fig. 1.

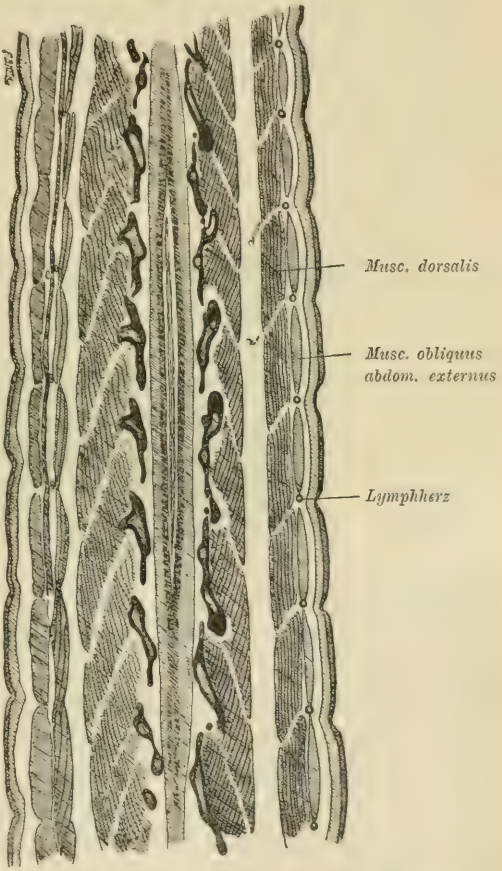


mal in dem längs verlaufenden Bindegewebsstrang und zweitens in dem intersegmentalen Bindegewebsring, an dem die hier als Ringel eingesenkte Epidermis besonders fest fixiert ist, was man schon bei der Präparation mit dem Skalpell merkt. Das gleiche beobachtet man natürlich auf Schnitten, zu deren Betrachtung wir jetzt übergehen wollen.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine fast zum Ausschlüpfen reife Larve von *Hypogeophis rostratus*, Stad. 49/50, bei 50facher Vergrößerung (sämtliche Figuren auf $^1/_2$ verkleinert). Der gewählte Schnitt geht etwa durch die Mitte des Körpers. In der Bauchhöhle sehen wir den Darm, in der Mitte die Leber und die rechte Lunge

getroffen. (Die linke Lunge ist rudimentär entwickelt und reicht daher nicht so weit caudal.) Im oberen Drittel erblicken wir unter der Haut jederseits ein Lymphherz in der oben beschriebenen Muskelrinne zwischen den Musculus dorsalis und obliquus abdominis externus. (In der Bezeichnung der Muskeln folge ich WIEDERSHEIM, 79). Die Fasern dieses letzteren teilen sich jedesmal, wo ein Lymphherz liegt, wie man am Horizontalschnitt Fig. 2 erkennt. Der Muskel reicht also innerhalb des Segmentes höher hinauf als auf dem Bilde 1, und zwar um den ganzen Raum, den das Lymphherz einnimmt. Seinen sonstigen Verlauf hat WIEDERSHEIM geschildert; die Faserrichtung ist in der Figur wiedergegeben, und seine Funktion erkennt man dort auch: Er wird die Ausbuchtung des Körpers bedingen, da er in der Haut inseriert. Man sieht daher auch je nach seiner Contraction mehr oder weniger starke segmentale Vorwölbungen, und zwar sowohl an Querschnitten als auch von außen makroskopisch besonders an jüngeren Tieren. Diese Ausladungen des Körpers sind sicherlich von großer Wichtigkeit für das Tier zur Fortbewegung, die bei seiner unterirdischen Lebensweise durch Rotation des Körpers erfolgen muß.

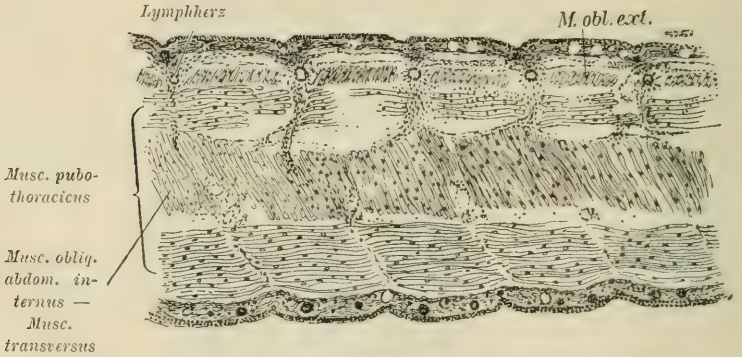
Fig. 2.



Auf diesem ersten Bilde erkennt man auch, wie die Lymphherzen in äußerst dichten Bindegewebszügen nach allen Seiten hin fixiert sind. Die folgenden zwei Figuren sollen die intersegmentale Lage der Lymphherzen demonstrieren.

Fig. 2 ist ein Horizontalschnitt, der im Vergleich zu Fig. 1 ohne weiteres verständlich ist. Er ist nicht völlig wagerecht geglückt, da die Herzen nicht beiderseitig getroffen sind. In der Mitte sehen wir das Rückenmark, dann nach außen zu die Wirbel, die tiefe Rückenmuskulatur, den Musculus dorsalis, Musculus obliquus externus und zwischen dessen Abschnitten intersegmental die Lymphherzen unmittelbar unter der Haut. Diese sind insofern etwas schematisiert, als ihre Form und Struktur unberücksichtigt blieb. Zwischen den tiefen Rückenmuskeln und dem dorsalen Muskel haben wir zweimal intersegmentale Blutgefäße getroffen. Bei erwachsenen Tieren sind die Muskeln viel stärker ausgebildet, so daß der hier wie in Fig. 1 durch Bindegewebe ausgefüllte Raum durch Muskulatur eingenommen wird. Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt von einem

Fig. 3.



gleichaltrigen Tier. Wir sehen auch hier unmittelbar unter der Haut die Lymphherzen, die durch dichte Bindegewebsfasern mit der Haut fixiert sind. Zwischen je zwei Lymphherzen und etwas oberhalb ziehen Blut- und Lymphgefäße, die, wie wir oben sahen, makroskopisch als weißer Strang imponieren. Zwischen den Herzen liegt wiederum der M. obliquus abdominis externus. Nach abwärts sehen wir die intersegmentalen Gefäße verlaufen. Nachdem durch die drei eben geschilderten Schnitte die Lage der Lymphherzen gegeben ist, schildern wir jetzt deren

Anatomie.

Zu innerst treffen wir ein Endothel, das von circulärer quergestreifter Muskulatur umgeben ist. Zwischen diesen beiden Lagen ist eine elastische Membran, die mit radiären Faserbündeln die

Muskelschicht durchbricht und sich am straffen Bindegewebe fixiert. In das Herz mündet eine Klappe, die das Zurückströmen der Lymphe bei der Kontraktion verhindert. Aus dem Herzen führt wiederum eine Klappe direkt in die Vene.

Über das Endothel ist wenig zu sagen. In jüngeren Stadien ragen die Kerne kugelig in das Herzlumen hinein, beim erwachsenen Tier sind sie flach wie ein typisches Endothel. Diese Veränderung mag zum Teil am ungleichmäßigen Wachstum des Herzens liegen, doch spielt auch vielleicht ein andrer Faktor dabei eine Rolle, nämlich die Ausbildung der elastischen Fasern, die beim Tode eine Diastole bewirken müssen. Ein besonderes Verhalten zeigt das Endothel an der Klappe, die in das Herz hineinragt. Am distalen Ende derselben befindet sich regelmäßig eine Gruppe von Zellen (Taf. XVI Fig. 1 und 2), auch beim völlig erwachsenen Tier. Sie umkränzen die Spitze der kegelförmigen Klappe und haben offenbar die Funktion, den Verschluß der Klappe zu vervollständigen, ebenso wie die Noduli der Aortenklappen. Analoge Verhältnisse existieren auch bei Insektenherzen. Die Klappe, die vom Lymphherzen in die Vene führt, ist länger, als die eben beschriebene und ist ebenfalls an ihrem Ende durch Endothelzellen verdickt (Taf. XVI Fig. 2 und 3). Die Herzmuskulatur ist deutlich quergestreift. Sie umgibt als Hohlkugel das Lumen und ist radiär von Faserzügen durchsetzt. Es sind dies die elastischen Fasern, die sich zwischen dem Endothel und der Muskulatur zu einer Membrana elastica verfilzen. Man kann dieses Ineinandergreifen direkt beobachten, wenn die Membran etwas flach angeschnitten ist, wie z. B. in Taf. XVI Fig. 2. Die elastischen Fasern der Membran sammeln sich dann und vereinigen sich zu einem dicken Strang (Fig. 2). Ob sie durch eine Kittmasse oder durch einen Ring, wie ich an gewissen Stellen zu sehen glaubte, zusammengehalten werden, konnte ich nicht bestimmt entscheiden. Jedenfalls sind sie zu einem straffen Bündel gerafft, aus dem sie sich nach Durchbruch durch die Muskulatur wieder nach allen Seiten in das umliegende Bindegewebe entfalten. Ich glaube mehrmals eine spezifisch gefärbte elastische Faser in eine ungefärbte des straffen collagenen Bindegewebes verfolgt zu haben. Sollte dies eine Täuschung sein, so kann trotzdem kein Zweifel bestehen, daß die elastischen Fasern ihr Punctum fixum in dem so äußerst stark entwickelten Bindegewebe haben. Wir haben schon oben gesehen, daß die Lymphherzen im Knotenpunkt zweier senkrecht zueinander verlaufenden straffen Bindegewebszüge eingelagert waren. Hier

haben wir noch den mikroskopischen Befund zu erwähnen, daß zahlreiche Pigmentzellen in diesen Strängen sich vorfinden, und ganz besonders in der unmittelbaren Umgebung der Muskulatur des Lymphherzens und der Lymphgefäße (Taf. XVI Fig. 2).

In jüngeren Tieren bildet das Bindegewebe um die Muskulatur des Lymphherzens eine strahlenförmige Zone, die sich scharf von dem umgebenden gewöhnlichen Bindegewebe abhebt. Dieser Kranz kommt durch die radiäre Anordnung der elastische Fasern bildenden Zellen zustande. Auf dem Schnitt Fig. 1 sehen wir diese Zellen immer zu 2—3 eng beisammen mit ihren langen schmalen radiär gestellten Kernen. Zwischen ihnen sieht man deutlich Fasern, die bei spezifischer Färbung sich als elastische erweisen (Taf. XVI Fig. 3). Bei alten Tieren sind diese Zellen nicht mehr in dieser Gruppierung vorhanden, offenbar weil eben keine elastischen Fasern mehr gebildet werden. — Es existiert also bei jungen Tieren (Taf. XVI Fig. 1) gewissermaßen eine Zona radiata, die sich vom umliegenden Bindegewebe unterscheidet durch intensivere Färbung und festeres Gefüge, so daß man hier von einer Hülle reden könnte, die beim Erwachsenen höchstens in der Pigmentschicht vorhanden wäre.

Aus dem eben geschilderten morphologischen Bau des Lymphherzens ergibt sich ohne weiteres seine Funktion. Die circuläre Muskulatur verkleinert das Herzlumen und treibt so die Lymphe in die Vene. Ein Zurückströmen der Lymphe wird durch die Klappe verhindert. Letztere wird einmal durch den Binnendruck verschlossen und zweitens wird durch die Kontraktion der Muskeln ein Zug ausgeübt auf die radiären elastischen Fasern, der sich fortsetzen muß auf die elastische Faser der Klappe, die mit ihnen verbunden ist (Taf. XVI Fig. 2 und 3). Es wird sich also die Klappe verkürzen bei der Kontraktion der Muskulatur. Zur Vervollständigung des Verschlusses dient der Epithelzellenkranz am distalen Ende. Sowie die Muskelkontraktion nachläßt, wird die Diastole durch den Zug der elastischen Fasern erfolgen, die am umgebenden straffen Bindegewebe fixiert sind. Eine lange Klappe verhindert das Einströmen von Venenblut.

Völlig analog dem Herzen sind die Lymphgefäße gebaut. Zu innerst ein flaches Endothel, dann eine elastische Membran, die mit radiären Fasern die circuläre Muskulatur durchsetzt und in das Bindegewebe sich verliert (Fig. 2). Nur sammeln sich hier die elastischen Fasern nicht zu Bündeln wie beim Herzen, sondern verlaufen gesondert durch die Muskulatur. Durch diese Durchdringung der Muskulatur, sowie die Unmöglichkeit, die circulär verlaufende

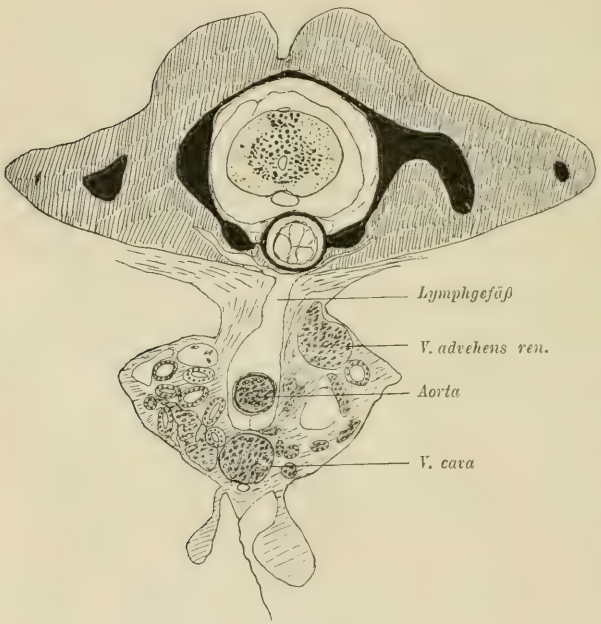
Faser auf einem Schnitt der Länge nach eine größere Strecke weit zu treffen, ist es nicht möglich, eine deutliche Querstreifung der Muskulatur nachzuweisen. Diese Lymphgefäße weisen somit nur eine körnige und fädige Struktur auf; durch ihre großen, ziemlich regelmäßig angeordneten Kerne erhalten sie auf den ersten Blick das Aussehen von epithelialen Röhren (Taf. XVI Fig. 3), doch erkennt man bei näherer Betrachtung stets das Endothel. Physiologisch werden diese Lymphgefäße genau so arbeiten wie das Lymphherz, und wir können uns morphologisch leicht die Entstehung eines Herzens aus einem solchen Gefäße vorstellen.

Wenn wir nun zur Schilderung der Lymphgefäße übergehen, so wollen wir uns beschränken, möglichst für ein Körpersegment einen Überblick des Lymph- und Blutsystems zu gewinnen. Wir wollen versuchen, die Lymphgefäße vom Lymphherzen in den Körper hinein zu verfolgen. Dabei konnte ich es nicht vermeiden, die Beobachtungen von verschieden alten Stadien zusammen zu kompilieren, da das ganze System bei einem erwachsenen Tier nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Eine Injektion habe ich bei meinem fixierten Material gar nicht versucht, weil sie mir resultatlos erschien wegen der Klappe. Ich hätte also bestenfalls die Venen injiziert, deren Verlauf ganz leicht erkennbar ist. In Taf. XVI Fig. 4 sehen wir einen Querschnitt, den gleichen, dem Fig. 1 zugrunde lag. Hier ist die andre Seite abgebildet und das Lymphherz nur angeschnitten, dafür erkennt man sehr deutlich die Lymphgefäße, die kurz vor ihrer Mündung getroffen sind. Auf den ersten Blick sehen sie wie ein Knäuel epithelialer Röhren aus, doch beweist ihre Einmündung in das Herz, sowie das Endothel ihre Natur als Lymphstämme. Wir sehen quer getroffen die Gefäße, die von der Oberfläche die Lymphe zum Herzen führen, eins von oben, das andre von unten, und ein drittes in der Längsachse verlaufend. Der Länge nach ist der Hauptstamm getroffen, der von medial unten schräg nach oben und außen zieht und die Lymphe von der Tiefe in das Lymphherz leitet. Leider hört die circuläre Muskulatur, wie es Taf. XVI Fig. 4 zeigt, auf, und dann war der weitere Verlauf unsicher.

Daher wollen wir uns ein andres Stadium wählen, an dem die Verhältnisse klar sind. Ich wähle das Stad. 46/47. Textfig. 4 wird leicht verständlich durch den Vergleich mit Fig. 1. Hier ist bei etwas stärkerer Vergrößerung (60fach) die mittlere Partie gezeichnet, also das Rückenmark mit seiner knöchernen Umhüllung,

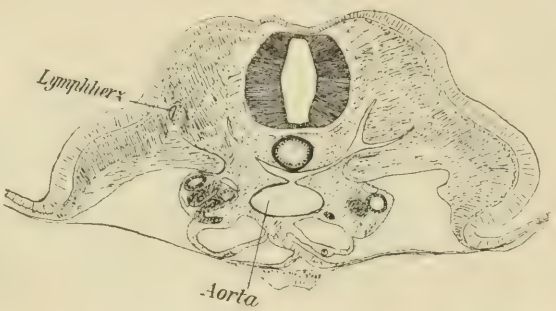
die Rippen und die Muskulatur, darunter das Urogenitalsystem und schließlich sieht man das Mesenterium herabziehen. Uns interessieren hier nur die Gefäße. In der Mittellinie liegen zu unterst die Vena cava, darüber die dickwandige Aorta, die von einem Lymphraum umgeben ist. Seitlich oben die zuführenden Nierenvenen. Der periaortale Lymphraum ist sehr verschieden an Form und Größe; oft ist er nur dorsal von der Aorta erkennbar, bald führt eine Kommunikation nach unten, bald ist seitlich eine schmale Wand. In diesen Lymphsinus mündet die Lymphe von den Eingeweiden, und man kann die Lymphgefäße im Mesenterium meist wieder als periarterielle Räume verfolgen. Auf Fig. 1 sieht man auch diesen periaortalen Lymphsinus. Während er hier aber die dorsale Wandung zeigt, sieht man auf Fig. 4, wie er mit breitem Stamme bis zum Wirbel aufsteigt, um sich dann in zwei paarige Gefäße zu teilen. Genau das gleiche Verhalten zeigt die Aorta. Ebenfalls intersegmental steigt ein unpaarer Ast senkrecht in die Höhe und teilt sich, wenn er unter den Wirbelkörper gelangt ist, in die paarigen Äste. Ursprünglich entspringen die dorsalen Zweige in jüngeren Stadien ganz lateral als paarige Gefäße (Stad. 35), rücken dann immer näher aneinander, bis sie dorsal zusammenkommen (Fig. 5 in Stad. 38). Dann erst rückt die Aorta tiefer und es verlängert sich der unpaare Stamm. Die Rumpfvenen vereinigen sich natürlich nicht zum unpaaren Ast, da sie in die paarigen Venae renales advehentes münden. Sie sind aber durch eine Queranastomose unter dem Wirbel verbunden. Die

Fig. 4.



Gefäße des Nierensystems hat Brauer erschöpfend geschildert. Hier nur diese kurzen Notizen von den Blutgefäßen, insofern es für das Lymphsystem notwendig ist. Die Verbindung zwischen den Lymphgefäßen von Tafelfig. IV und Textfig. 4 ist nicht schwer zu ziehen, und man findet in der Tat in jüngeren Stadien ganz sichere Lymphwege, die von der Mediane zum Lymphherzen führen. Man sieht in älteren Stadien ebenfalls diese Wege, doch sind sie, wie schon oben bemerkt, nicht mit Bestimmtheit von Spalten im Bindegewebe zu unterscheiden, besonders da hier durch das sich bildende Basalstück und den ventralen Rippenabschnitt Komplikationen vorliegen. Es ist mir jedenfalls nicht zweifelhaft, daß die gesamte Lymphe von den Eingeweiden zuerst in den periaortalen Sinus und von diesem zum Lymphherzen gelangt (Schema Taf. XVI Fig. 7). Vom letzteren gelangt die Lymphe durch die intersegmentale Körpervene in die zuführende Nierenvene. Auch sonst ergießt sich die Lymphe in die Vena advehens renalis, z. B. bei der Schildkröte (Joh. Müller, 1840, Akad. d. Wiss. Berlin). Auf diese Tatsache werden wir später bei der Erörterung des Pfortadersystems zurückkommen.

Fig. 5.

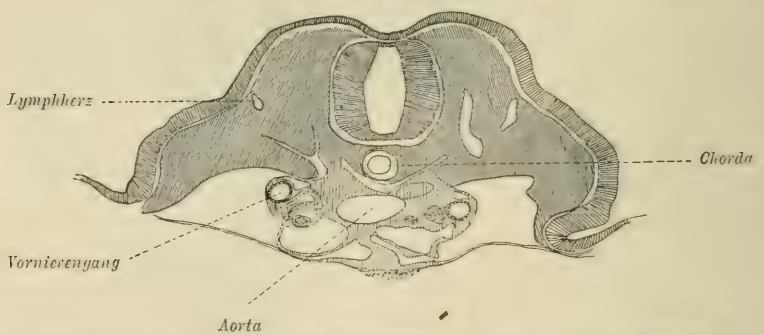


Die Entstehung des Lymphsystems ist mit der gewöhnlichen Methode embryologischer Forschung kaum mit Sicherheit zu verfolgen. Man kann natürlich eine vollständige Entwicklungsserie geben, aber man hat stets das Gefühl, daß es auch anders sein könnte. Um sicher zu gehen, wollen wir von einem älteren Stad. 38 ausgehen, bei dem die Tatsachen eine subjektive Deutung ausschließen.

Fig. 6 zeigt einen Überblick bei 60facher Vergrößerung, während in Fig. 6 der Taf. XVI, ein Abschnitt desselben Schnittes bei 500facher Vergrößerung, jeder Kern mit dem Zeichenapparat wiedergegeben ist. Wir können nun beobachten, wie oberhalb des Vornierenganges das Epithel des Cöloms kontinuierlich in eine epithelial ausgekleidete Röhre übergeht. Diese Verbindung der Leibeshöhle mit dem Lymphsystem wundert uns nicht, denn diese Stigmata kommen überall vor (s. auch Fig. 5). Bei unserm Tier sind sie stets und ausschließlich

intersegmental angeordnet. Das Lymphgefäß erweitert sich und dann geht ein Ast senkrecht in die Höhe, während ein zweiter mit scharfem Bogen lateral und aufwärts zum Lymphherzen zieht. Wir können nun diese eben geschilderte Lymphbahn weit zurückverfolgen. So sieht man im Stadium 20/22 (also wenn eben die Kiemen angelegt werden) ganz deutlich, daß im intersegmentalen Raum das sonst ganz scharf und klar verlaufende Cölomepithel lateral und oberhalb vom Vornierengang kontinuierlich in einen medianwärts zur Chorda gerichteten Zellstrang übergeht. Häufig sind die Kerne ganz regelmäßig in zwei Reihen geordnet, aber ein deutliches Lumen ist nicht nachweisbar. Seitlich von der Chorda sind die Zellen ganz locker verbunden und lassen größere Spalten zwischen sich aus (Taf. XVI Fig 5). Ein Lymphherz existiert noch nicht, der intersegmentale Raum ist kein Lymphherz. Seine zukünftige Lage ist schon erkennbar. Eine

Fig. 6.



weitere Tatsache möchte ich hervorheben. Zwischen Haut und ventralem Myotomfortsatz drängt sich ein Zellstrang (Taf. XVI Fig. 5), dessen Abstammung vom Cölom ganz sicher ist, wie man aus jüngeren Stadien erkennen kann. Diese Zellen rücken in die Höhe, lösen sich völlig vom Cölom und ballen sich zu einem Klümpchen, das genau an der Stelle des zukünftigen Lymphherzens zu liegen kommt. Ob letzteres nun aus diesen Zellen entsteht, kann ich nicht entscheiden. — Und wenn ich es auch nicht beweisen kann, so möchte ich doch die Vermutung aussprechen, die sich mir beim Studium der Serien sehr junger Stadien aufgedrungen hat, nämlich daß die Lymphwege vom Cölom aus wachsen. Dafür spricht dieses regelmäßige Verwischen des sonst so scharf abgegrenzten Cölomepithels dort, wo später ein Stigma sich findet. Ich glaube nun nicht, daß sich Zellen in größerem Umfang vom Cölomepithel loslösen und in den Embryo hineinsprossen, um die Lymphbahnen zu bilden,

etwa analog der Anschauung von His betreffs der Blutgefäße. Dieser Prozeß könnte höchstens in minimalem Maße vor sich gehen, und zwar gerade dort, wo die Stigmata entstehen werden, sieht man häufig solide Stränge, die man so deuten könnte. Die Hauptmasse der Lymphgefäße wächst, glaube ich, von dieser eben beschriebenen Stelle aus, indem sich Mesenchymzellen in loco zu Lymphbahnen differenzieren. Diese Bildung aus dem Mesenchym halte ich für einen cänogenetischen Vorgang, der aus mechanischen Gründen leichtverständlich ist.

Wenn ich auch den hypothetischen Charakter meiner Ausführungen nochmals betonen möchte, so halte ich es doch nicht für ausgeschlossen, daß der aus zwei Zellreihen bestehende Strang, der von der medialen oberen Cölombucht bis in die Chordagegend reicht und der später zum ersten nachweisbaren Lymphraum im Embryo wird, daß dieser Strang ursprünglich vom Cölom aus wächst, besonders, weil keine Grenze zwischen den Zellen der Leibeshöhlen und des Stranges nachzuweisen ist. Ich verhehle mir nicht, daß es ebensogut denkbar ist, daß im Intersegment eine Verschmelzung des Cöloms mit dem Mesenchym stattgefunden haben kann, als Anzeichen dafür, daß hier später die Stigmata entstehen werden. Daß bei meinem Objekt diese ersten Lymphbahnen von den Venen ihren Ursprung nehmen, halte ich für sehr unwahrscheinlich. Nebenbei sei erwähnt, daß in diesen und auch noch in späteren Stadien der dorsale Ast der Aorta in breiter Kommunikation mit der zuführenden Nierenvene steht. Letztere wäre die einzige Vene, die zur Bildung dieser oben geschilderten Lymphbahn in Betracht kommen könnte. Es würde somit eine direkte Anastomose zwischen Aorta und Cölom existieren!

Die herrschende Auffassung ist wohl die, daß die Lymphgefäße aus dem Mesenchym entstehen. Eine Reihe neuerer entwicklungsgeschichtlicher Arbeiten leitet Lymphgefäße vom Venensystem ab. Sabin (Americ. Journal of Anatomy. 3.), Sala, z. T. (Ricerche del labor. di Anatomy di Roma. 1900), Lewis (Americ. Journ. of Anat. 5), Huntington und McClure (Anat. Anz. 1908.) Oder ursprüngliche Venen werden später zu Lymphbahnen. (Favaro, Atti R. Istituto Veneto. 1906; Allen, Americ. Journal of Anatomy. 1908. Bd. VII.)

Dem liegt offenbar die Auffassung von Gegenbaur[1] zugrunde, daß die Verbindung von Venen und Lymphsystem »unmöglich als ein späterer Erwerb betrachtet werden kann«. Aber der unmittel-

[1] Vergleichende Anatomie. Bd. II.

bar folgende Satz (S. 412) heißt: »Blut- und Lymphbahnen haben daher als gleichzeitige Sonderungen zu gelten«. Nun kann die Abspaltung vom Ductus thoracicus bei der Katze von der Vene als eine wohlbegründete Tatsache angesehen werden (McClure), doch erfolgt die Bildung bei Embryonen von 14—16 mm also ontogenetisch so spät, daß notwendigerweise eine Cänogenese angenommen werden muß. Es handelt sich nun darum, ob die Entstehung aus der Vene ein sekundärer Vorgang ist oder die zeitliche Verschiebung. Ich halte ersteres im Gegensatz zu Gegenbaur für wahrscheinlicher und zwar aus folgenden Gründen.

Gegenbaur selbst hält die Cölome für primitive Lymphräume: »Die Lymphbahn bietet von den niederen zu den höheren Wirbeltieren im allgemeinen eine allmähliche Differenzierung weiterer Räume zu einem distinkt gebauten Kanalsystem derart, daß die interstitielle Natur der Lymphwege mehr nur den peripherischen Abschnitten zukommt: aber es erhält sich doch allgemein noch eine aus niederen Zuständen ableitbare Einrichtung in der Bedeutung des Cöloms als eines Lymphraumes« (S. 413). Nun besteht ganz allgemein eine Kommunikation zwischen Leibeshöhle und Lymphsystem. Dieselbe tritt, wie wir sahen, ontogenetisch sehr frühzeitig als erste Differenzierung des Lymphsystems auf. Können wir dieselbe nun uns sekundär entstanden denken? Ich glaube nicht. Wenn sie aber primär ist, so folgt notwendigerweise ein Konflikt zwischen den beiden Anschauungen von Gegenbaur, daß die Leibeshöhle gleich primärer Lymphraum und das Lymph- und Blutsystem koordinierte gleichzeitige Sonderungen seien; denn dann müßte man ja eine primäre Verbindung von Cölom und Blutgefäßsystem annehmen. — Ich folge also nur der ersten Auffassung Gegenbaurs, daß die Cölome die primären Lymphräume sind. Dagegen halte ich das Blutgefäßsystem dem Lymphsystem nicht koordiniert, sondern glaube, daß letzteres das ursprüngliche Kanalsystem für die ernährende Flüssigkeit, ersteres ein späterer Erwerb ist. Die Cölome bilden sich in der Ontogenie früher als das Blut. Doch können wir auch, was wichtiger ist, eine phylogenetische Reihe aufstellen zur Stütze dieser Auffassung. Zuerst genügt ein Hohlraumsystem dem Organismus (Cölenteraten); dann wird die vom Darm resorbierte Ernährungsflüssigkeit durch das Cölom verteilt, während ein Blutsystem nicht existiert (Cölhelminthen). Wenn der Organismus komplizierter wird und die Lebensprozesse intensiver, entsteht vom Darm aus ein neues Kanalsystem für die Verteilung der Ernährung und die Fortschaffung der Abfalls-

produkte: das Blutgefäßsystem, das Hämocöl von Vejdowsky[1], dessen Entstehung aus dem Darm er bei Würmern nachweisen konnte. Auch bei den Wirbeltieren ist durch Rückert und Molliers[2] Untersuchungen die Entstehung des Blutes im allgemeinen auf das Dotterentoderm zurückgeführt[3]. Es ist selbstverständlich, daß dieses neue Kanalsystem an das ältere Anschluß findet, und so kommt es sekundär zur Vereinigung von Lymphgefäß und Vene. Bei unserm primitiven Gymnophion findet eine solche Verbindung in jedem Segment zweimal statt. Bei modifizierten Formen wird die Kommunikation immer seltener, bis schließlich nur eine Einmündungsstelle der Lymphe existiert. Es ist klar, daß gerade diese beiden Gefäßsysteme äußerst modifikationsfähig sein müssen je nachdem ihre Funktion sich verschiebt.

Außer der Onto- und Phylogenie kann ich zur Stütze meiner Auffassung die topographische Lagerung von Blut- und Lymphgefäßen in den Darmzotten anführen. Wenn das ursprüngliche Lymphsystem den gesteigerten Anforderungen nicht mehr genügen kann, so wird das neue Kanalsystem sich zwischen die resorbierende Fläche des Darmes und das alte Hohlraumsystem, dessen Funktion es übernehmen soll, gewissermaßen hineindrängen: »Les lymphatiques sont toujours situés dans un plan plus profond que les vaisseaux sanguins qui leur correspondent. C'est une loi physiologique, puisque les lymphatiques sont destinés à recueillir des materiaux, que les capillaires sanguins n'ont pas pu prendre.« (Ranvier, pag. 70. Arch. d'anat. microsc. Tom. I. 1897.)

Wir wollen nun versuchen, an einem Schema, dem ein Querschnitt durch eine reife Gymnophionenlarve zugrunde liegt (Fig. 7), das Lymphsystem eines jeden Körpersegmentes zu rekonstruieren. Als primären Lymphraum sahen wir das Cölom an. Durch Stigmata steht es in steter Kommunikation mit dem Lymphsystem.

Die Lymphe von den Eingeweiden gelangt in den periaortalen Lymphsinus. Diese Lymphe sowohl als auch die übrige Körperlymphe wird durch die Saugwirkung der Herzen und der großen in dasselbe mündenden Lymphgefäße sowie durch die Kontraktion letzterer in das Lymphherz geschafft. Die paarigen Lymphherzen ergießen bei ihrer Systole die gesamte Lymphe eines Körpersegmentes

[1] Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 82. Festschrift für Ehlers.

[2] Handbuch der Entwicklungsgeschichte.

[3] Auch bei *Hypogeophis* glaube ich das Blut vom Entoderm ableiten zu können.

in die intersegmentale Vene. Diese mündet in direktem Verlauf[1] in die zuführende Nierenvene, welche sich nunmehr aufsplittert in die Capillaren des Nierenpfortadersystems. Das Blut sammelt sich wieder in die Vena efferens, welche in die Vena cava sich ergießt. Von hier gelangen die Lymphbestandteile, falls es sich um ein hinteres Körpersegment handelt, in die Leberpfortader, die derzeit mit den Venae cardinales bzw. der daraus verschmolzenen Vena cava in breiter Kommunikation verbunden ist (vgl. Brauer (01), z. B. Fig. 203). Vorniere wie Urniere legen sich segmental an. Und wenn wir nun in unserm Schema den Weg der Lymphe eines Körpersegmentes verfolgen, so können wir eine Vorstellung von dem Wesen des Pfortadersystems gewinnen. Die Lymphe ist die Gewebsflüssigkeit, in der die Zellen des Organismus gewissermaßen schwimmen oder von der sie wenigstens zum Teil umspült werden. Die Funktion der Lymphe besteht nun einmal darin, den Zellen Nährstoffe zuzuführen und ferner die Dissimilationsprodukte fortzuschaffen. Wir wollen die letztere Funktion zuerst betrachten. Die Lymphe nimmt die Abfallsprodukte von den Zellen auf. Ob nun gewisse Stoffe nur in die Lymphwege, nicht in die Blutgefäße aufgenommen werden, wie Asher und seine Mitarbeiter annehmen, oder ob eine solche qualitative Sonderung der Dissimilationsprodukte nicht stattfindet, ist für unsre Darstellung ebensowenig von Belang wie die Frage, ob die Lymphe durch Filtration oder Secretion der Zellen entsteht. Uns interessiert hier nur die Tatsache, daß die bei der Lebenstätigkeit der Zellen entstandenen schädlichen Zersetzungsprodukte in so konstantem Verhältnis in die Lymphe übergehen, daß diese als »ein Produkt der Arbeit der Organe«, ja sogar als »Maß der Arbeit der Organe« bezeichnet wurde (Asher zitiert nach Overton[2]). Sollte diese Auffassung auch irrig sein, so kann doch die Tatsache als feststehend betrachtet werden, daß eine Menge von schädlichen Zersetzungsprodukten ganz konstant in die Lymphe gelangen, die entweder zerstört oder aus dem Organismus eliminiert werden müssen, wenn er nicht zugrunde gehen soll.

Mit schematischer Klarheit sehen wir nun bei unserm Tier die morphologische Grundlage für diesen letzteren Prozeß. Auf dem denkbar kürzesten Wege werden die gesammelten Zersetzungsprodukte je eines Segmentes dem segmentalen Excretionsorgan der Vor- bezw. Urniere zugeführt.

[1] Die Queranastomose habe ich im Schema der Klarheit halber nicht eingetragen. [2] Nagels Handbuch der Physiologie. Bd. II.

Und diese Entgiftung kann in ausgiebiger Weise erfolgen dadurch, daß diese zuführende Nierenvene sich in Capillaren auflöst. Nun ist die Berührungsfläche des excretorischen Nierenepithels mit der zu entgiftenden Flüssigkeit gewaltig vergrößert und zweitens die Stromgeschwindigkeit derselben stark herabgesetzt, so daß die Möglichkeit der Elimination der schädlichen Zersetzungsprodukte eine außerordentlich günstige ist. Es ist selbstverständlich, daß auch die direkt in das Blutsystem gelangten schädlichen Zersetzungsprodukte hierbei herausgeschafft werden.

Nachdem wir somit ein Verständnis, glaube ich, für das Wesen des Pfortaderkreislaufs erlangt haben, müssen wir uns klar sein, daß die Kernfrage, wie kommt es zur Verbindung von Venen und Lymphsystem, noch ungelöst ist. Wie oben ausgeführt, halte ich diese Verbindung für einen späteren Erwerb. Vor der Existenz eines Blutsystems übernimmt die Leibeshöhle ganz allein, die Ernährungsflüssigkeit an die Organe zu bringen und die Schlacke von ihnen durch Excretionsorgane herauszuschaffen. Wenn im Laufe der Phylogenie vom Darm aus ein neues Vascularisationssystem gebildet wird, bleibt dem Cölom die Bildung der Excretionsorgane sowie die Zuführung eines Teiles der Zersetzungsprodukte. Den andern Teil befördert das neugebildete Hämocöl und der letzte Einmündungsgang in das Secretionssystem ist nun gemeinsam, und aus funktionellen Gründen hat er den Charakter einer Vene. —

Außer der Elimination der schädlichen Stoffe besteht, wie wir oben sahen, eine zweite Möglichkeit, den Körper zu entgiften, nämlich durch die Zerstörung, bezw. Neutralisation derselben. Diese Prozesse der Immunisation sind bei niederen Tieren noch zu wenig bekannt, und vor allem ist die Fragestellung bei den Physiologen eine andre, so daß wir darüber nichts aussagen können. Es dürfte aber wahrscheinlich sein, daß in aufsteigender phylogenetischer Reihe eine steigende Fähigkeit zur Immunisation gewonnen wird.

Die morphologische Grundlage dazu wäre in folgenden Tatsachen zu erblicken. Die rasche Fortschaffung der Lymphe läßt auf Excretion, die langsame auf Immunisation schließen. Nun finden wir bei niederen Wirbeltieren, bei Fischen, Amphibien und Reptilien Organe zur Fortschaffung der Lymphe. Lymphherzen finden sich nur bei einem Teil der Vögel, bei einem andern Teile nur im embryonalen Leben. Bei Säugetieren wird auch in der Entwicklungsgeschichte überhaupt kein Lymphherz gefunden. Eine entgegengesetzte Entwicklungsreihe zeigen die Lymphknoten, Organe, die den Lymphstrom noch verlang-

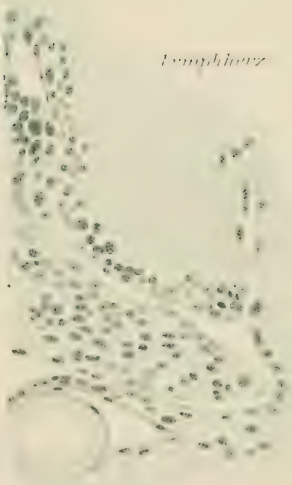
samen und die Bildungsstätten der Lymphocyten sind, welche sicherlich bei der Entgiftung des Körpers eine Rolle spielen. »Ces travées anastomosées les unes avec les autres forment un réticulum entièrement comparable à celui du tissu, dit adenoïde, des ganglions lymphatiques. C'est du reste tout ce qui chez la Grenouille peut représenter les ganglions lymphatiques, car on n'y rencontre pas d'autres traces de ces organes, qui commencent à paraître chez quelques Sauriens, s'observent chez les Oiseaux et sont si nombreux chez les Mammifères.« (Ranvier, Arch. d'anat. microsc. Tom. I.) Wir finden somit einen Gegensatz zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Lymphocytenreichtum der Lymphe, der vielleicht dadurch erklärt werden kann, daß von der Methode der Excretion immer mehr zu der der Immunisation übergegangen wird. Einen Beweis für diese Kombination kann ich nicht geben; er könnte erbracht werden z. B. durch den Nachweis von schädlichen Stoffen im Harn bei niederen Tierformen, die bei höheren Tieren im Organismus zerstört werden.

Wir haben bis jetzt die Lymphe als Vehikel zur Fortschaffung bzw. Vernichtung der Zersetzungsprodukte betrachtet und müssen nun ihre Funktion als Ernährungsflüssigkeit erörtern. Ursprünglich war jede Zelle des Organismus imstande, aus der Ernährungsflüssigkeit in der Leibeshöhle die ihr nötigen Substanzen selbständig zu verarbeiten. Die Leber, die Hauptdrüse für diese Funktion, tritt erst spät in der Phylogenie, wie in der Ontogenie auf. Und ebenso ist natürlich der Leberpfortaderkreislauf eine viel spätere Bildung als der Nierenpfortaderkreislauf. Wenn die Leber gebildet ist, übernimmt sie es, die vom Darm resorbierten Nahrungsstoffe weiter so zu verarbeiten, daß die Zellen des Organismus sie direkt verwenden können. Der Leber müssen also die Nahrungsstoffe zugeführt werden, und wenn wir einen Blick auf unser Schema werfen, so sehen wir, wie das in der Niere entgiftete Blut (auf die CO_2 und die Atmung gehe ich hier nicht ein), das aber noch die Nährstoffe der Chylusgefäße enthält, soweit die Zellen sie nicht direkt schon verbraucht haben, sich sammelt in der Vena cava, von wo es in die Leberpfortader gelangen kann. Hier wird sich, wie in der Niere, aber aus entgegengesetzten Gründen, die Vene aufsplittern in Capillaren und den Leberpfortaderkreis bilden. Die Strömungsgeschwindigkeit ist stark vermindert, die Oberfläche ungeheuer vergrößert, so daß wieder die günstigsten Bedingungen vorliegen dafür, daß die Leberzellen aus dem Blut die Nahrungsstoffe resorbieren.

1.

4.

6.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Wir kommen also durch unsre morphologische Betrachtung zu dem Ergebnis, daß die Lymphe als das Causalmoment für die Bildung der Pfortadersysteme anzusehen ist.

Es erübrigt noch hinzuweisen, daß die bei *Hypogeophis* geschilderten Verhältnisse nicht auf die Gymnophionen beschränkt sind. Ich will dabei nicht weiter auf die Literatur eingehen; Zusammenfassungen finden sich bei Ebner (in Köllikers Hdb.), bei Priestley (Journal of Physiol. I) und bei Overton (Nagels Hdb. II). Hier will ich nur kurz bemerken, daß bei Urodelen das Lymphsystem offenbar völlig dem bei *Hypogeophis* entspricht. Wekely beschreibt in zwei kurzen Notizen (im Zoolog. Anzeig. IX, XI, 86, 87, die ausführliche Arbeit ist russisch, also für mich unzugänglich) Lymphherzen unmittelbar unter der Haut in zwei Längslinien hinter einander. Er fand sie bei *Siredon*, *Salamandra* und *Triton*. Bei *Salamandra* sah er acht contractile Lymphherzen jederseits, er gibt aber ausdrücklich an, daß es vielleicht noch mehr sind. An einem Horizontalschnitt durch eine etwa $1^1/_2$ cm große *Salamandra*-Larve konnte ich mich überzeugen, daß auch bei diesem Tier segmental angeordnete Lymphherzen existieren, die den von mir geschilderten in allen Stücken zu entsprechen schienen.

München, 29. Juli 1908.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Sämtliche Figuren sind mit dem Zeichenapparat von mir entworfen.

Die Fig. 1, 2, 3, 7 hat Kunstmaler Skell ganz oder zum Teil weiter ausgeführt.

Die Farben entsprechen nicht denen der Präparate.

Fig. 1. Lymphherz einer 7 cm großen *Hypogeophis rostr.*-Larve. Vergr. 500fach. Auf 2/3 verkleinert. Delaf. Hämatox.-Eosin.

Fig. 2. Querschnitt durch das Lymphherz eines ausgewachsenen Tieres von 25 cm Länge. Einmündung in die Vene. Quer- und Längsschnitt eines Lymphgefäßes. Weigerts Elastin. Vergr. 250fach. Auf 2/3 verkl.

Fig. 3. Dasselbe aus zwei Schnitten rekonstruiert. Weigerts Elastin. 7 cm große Larve. Vergr. 500fach. Auf 2/3 verkleinert.

Fig. 4. Der gleiche Schnitt wie Fig. 1 auf der andern Seite. Vergr. 30fach. Auf 1/2 verkleinert.

Fig. 5. Stadium 22. Vergr. 250fach. Auf 1/2 verkleinert. Das Cölomepithel geht kontinuierlich in einen median gerichteten Zellstrang über.

Fig. 6. Ausschnitt aus Textfig. 6; Stadium 38. Vergr. 500. Verbindung von Cölom und Lymphsystem. Auf 1/2 verkleinert.

Fig. 7. Schema zur Veranschaulichung des Kreislaufes der Lymphe. Lymphbahn gelb, Vene blau. Queranastomose fortgelassen.

Über die Entwicklung der Wirbelsäule von Echidna hystrix.

Von

G. P. Frets.

Diese Arbeit gliedert sich in zwei Teile; der erste Teil handelt über die Varietäten der Wirbelsäule bei erwachsenen Tieren, der zweite über die embryonale Entwicklung.

I. Teil.

Über die Varietäten der Wirbelsäule bei erwachsenen Echidnae.

Mit 14 Figuren im Text.

Ich hatte Gelegenheit elf Roh-[1] und zwei montierte Skelete im anatomischen Institute zu Heidelberg zu untersuchen. *Echidna* ist wegen des großen Unterschiedes zwischen Lumbal- und Sacralwirbeln — es fehlt ersteren ein wohlausgebildeter Processus lateralis — und wegen der doppelten Verbindung der Sacralwirbel mit dem Hüftbeine — mittels des Processus lateralis und des Processus mamillaris[2] — ein interessantes Objekt für die Untersuchung der Varietäten der Wirbelsäule. Gewiß hat man auch im Verhalten der Nervenplexus eine wichtige Instanz, um sich ein Urteil über die Bedeutung der Varietäten der Wirbelsäule zu bilden. Wenn jedoch womöglich viele Verhältnisse der Wirbel berücksichtigt werden, gibt auch das Skelet für sich die Möglichkeit einer Deutung. In dieser Hinsicht war für mich die Arbeit E. Rosenbergs »Über die Wirbelsäule der *Myrmecophaga jubata* Linné« (1896) vorbildlich.

Der Literatur entnehme ich die Angabe, daß von den Monotremen *Ornithorhynchus* 17, *Echidna* 16 oder 15 Dorsalwirbel hat. Da im allgemeinen *Ornithorhynchus* gegenüber *Echidna* als die

[1] Die Rohskelete waren trocken aufbewahrt und enthielten noch viele Reste der Weichteile; sie wurden in schwachen Alkohol eingelegt und dann mit Messer und Pinzette präpariert; so entgingen auch kleinere Teile, wie z. B. die letzten rudimentären Schwanzwirbel, nicht der Beobachtung.

[2] Eine ausführliche Schilderung dieser Processus bei vielen Formen der Säugetiere findet man bei A. Retzius (1849) und bei Hasse und Schwarck (1873).

primitivere Form gilt, so fasse ich die größere Zahl der Dorsalwirbel bei *Ornithorhynchus* gegenüber *Echidna* auch als ein primitives Kennzeichen auf, und nach demselben Gesichtspunkte deute ich die Varietäten mit einer höheren Zahl Dorsalwirbel innerhalb der Species als Rückschläge auf primitivere Formen. In der Tabelle I (S. 610) habe ich die Skelete nach dieser Auffassung geordnet. Die Berechtigung der Einteilung im einzelnen werden die folgenden Ausführungen dartun müssen.

I. Untersuchung.

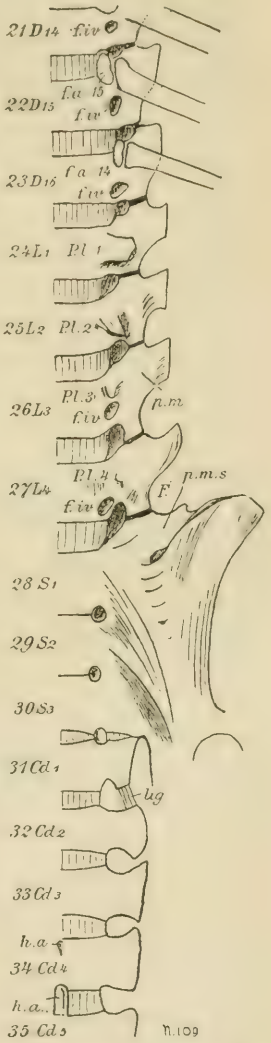
I. N. 109.

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—27 (4) *l*; 28—30 (3) *s*; 31—43 (13) *cd*.

Von den 16 Rippen hat die 16. eine Länge von 2,4 cm (knöchernen Teil) + 0,1 cm (knorpeliges Ende)[1], die 15. eine solche von 3,5 + 0,7 rechts und von 3,7 + 0,7 links. Diese beiden Rippen enden frei. Das Capitulum der Rippe articuliert mit einer Gelenkfläche, welche vom Oberrande des zugehörigen Wirbelkörpers und vom Unterrande des nächst proximalwärts gelegenen Wirbelkörpers gebildet wird. Bei der 15. Rippe (Fig. 1 *f.a.15*) wird beiderseits der größte Teil dieser Gelenkfläche vom Körper des 15. Wirbels gebildet, und für die 16. Rippe (Fig. 1 *f.a.16*) gilt dies noch mehr.

Ein weiterer Unterschied in der Articulationsweise der letzten Rippe ist darin gegeben, daß diese nicht, wie die übrigen, ohne weiteres dem Wirbelkörper anliegt, sondern daß sie einer Erhebung desselben aufsitzt. Diese Verhältnisse sind beim Ex. I nur sehr schwach ausgeprägt; es ist dies

Fig. 1.



I. Linke Hälfte, ein wenig von links gesehen. Die 15. und 16. Rippen sind desarticuliert, um die Gelenkflächen zeigen zu können. *f.iv* Foramen intravertebrale; *p.m* Proc. mamill.; *p.m.s* Proc. mamill. des 1. Sacralwirbels.

[1] Links; rechts war das Ende der 16. Rippe abgebrochen.

Tabelle I.

N. der Reihe	Katalognummer	Formeln der Wirbelsäule[1]									
XIII	N. 111	1—7 *cv*	8—22 (15) *d*		23—26 (4) *l* 4. *l* + + +		27—29 (3) *s*		30 — (37 + *x*) *cd* 1. *cd* —
XII	N. 106	1—7 *cv*	8—22 (15) *d*	23 *dl*	24—26 (3) *l* 4. *l* + +		27—29 (3) *s*		30—42 (13) *cd* 13. sehr rud.
XI	N. 118 (Q)	1—7 *cv*	8—23 (16) *d* 16. sehr rud.		24—26 (3) *l* 4. *l* + +		27—29 (3) *s*		30 — (38 + *x*) *cd* 1. *cd* —
X	N. 114	1—7 *cv*	8—23 (16) *d* 16. rud.		24—26 (3) *l*		27—29 (3) *s*		30—42 (13) *cd* 1. *cd* —
IX	Zool. Institut	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*		27—29 (3) *s*		30 — (40 + *x*) *cd*
VIII	N. 115 (Q)	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*		27—29 (3) *s*		30—41 (12) *cd* 1. *cd* —
VII	N. 114 (Q)	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*		27—29 (3) *s*	30 *sed*	31 — (38 + *x*) *cd*
VI	Mont. Skelet der hies. vgl. anat. Samml.	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*		27—29 (3) *s*	30 *sed*	31 — (39 + *x*) *cd*
V	N. 107	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*	27 *ls*	28—30 (3) *s*		31—43 (13) *cd* 1. *cd* —
IV	N. 117 (Q)	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—26 (3) *l*	27 *ls*	28—30 (3) *s*		31—43 (13) *cd* 1. *cd*
III	N. 108	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—27 (4) *l* 4. *l* + +		28—30 (3) *s*		31—42 (12) *cd* 1. *cd* —
II	N. 103	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—27 (4) *l* 4. *l* +		28—30 (3) *s*		31—42 (12) *cd* 1. *cd* —
I	N. 109	1—7 *cv*	8—23 (16) *d*		24—27 (4) *l*		28—30 (3) *s*		31—43 (13) *cd* 1. *cd* —

[1] Als Ausgangspunkt für die Formeln sind Atlas und Epistropheus genommen. Allerdings können nach Bolk (1901 und 1906) diese Wirbel statt aus dem 1. und 2. ausnahmsweise auch aus dem 2. und 3. Halssegmente gebildet werden. In den mir vorliegenden Fällen bei *Echidna* war am Atlas nichts Variables zu ersehen. Auch bildete keine andre Tatsache eine Stütze für diese Annahme (vgl. auch S. 644).

Rosenberg (1884), Fürbringer (1897, S. 438) u. a. vertreten für die Selachier die Annahme einer Verschiebung der hinteren Grenze des Craniums. Für die Sauropsiden (1897, S. 501, 502) und die Mammalia (S. 527) betrachtet Fürbringer das occipitovertebrale Gelenk als ein Punctum fixum. Vgl. auch die Bemerkung Rosenbergs (1899, S. 77 Anm. 3) gegen Adolphi (1898, S. 544 Anm. 1).

Mit dem Zeichen — ist sichtbar gemacht, daß ein Wirbel noch nicht vollkommen ausgebildet ist, wie die betreffende Benennung anweist, mit dem Zeichen +, daß er die volle Ausbildung schon hinter sich hat.

auch ein Hinweis auf die vollständige Ausbildung der letzten Rippe in diesem Falle.

Das Sternum wird von sechs Rippenpaaren erreicht, das 7. Paar erstreckt sich beiderseits gerade distal vom Sternum bis zur Medianlinie.

Die beiden ersten Paare articulieren mit dem Manubrium. Fig. 2, welche eine Abbildung des Ex. II ist, kann nahezu auch für das Ex. I gelten. Das 6. Paar ist das erste, dessen sternaler Teil sehr breit ist (Fig. 2).

Die 1. Rippe findet außer am Körper des Wirbels auch noch an einem rudimentären Querfortsatz desselben Befestigung (Fig. 14 *P.t*). Distal von dieser Verbindung verläuft ein Ligament zur Wurzel des Wirbelbogens (Fig. 14 *L.c.p*). Dieses Ligament findet sich an allen Rippen. Der Proc. mamillaris fängt beim 2. Dorsalwirbel an. Alle Dorsalwirbel haben ein Foramen intravertebrale (Fig. 14 *F.iv*). Von den Halswirbeln, von denen der 1. und 2. bekanntlich eine sehr hervortretende Ausbildung zeigen, hat auch der 7. ein — allerdings enges — Foramen transversarium; keiner derselben zeigt ein For. intravert. Vom hinteren Bogen geht beim siebenten, rechterseits ein feiner Processus aus, welcher mittels eines Ligamenten, das sich am Unterrand des Wirbelkörpers anheftet, ein For. intravert. bildet; links fehlt dasselbe. Der 6. Halswirbel hat einen Proc articularis inf., welcher mit dem Proc. art. sup. des siebenten ein Gelenk bildet.

Von den vier Lendenwirbeln (24.—27. Wirbel der Reihe) besitzt der erste große Seitenfortsätze, der zweite kleinere, der dritte sehr kleine und der vierte beiderseits nur noch Andeutungen von solchen (Fig. 1 *P.l*). Von den starken Processus spinosi gleicht der des ersten Lendenwirbels sehr denen des letzten Dorsalwirbels; die folgenden sind weniger distalwärts gerichtet und weniger breit.

Die drei Sacralwirbel (28.—30. Wirbel der Reihe) bilden mit den Darmbeinen einen Knochen. Die beiden ersten verbinden sich durch die Seitenfortsätze und auch durch die Processus mamillares (Fig. 11 *p.m*) mit dem Sacrum. Diese doppelte Verbindung wird schon bei Hasse (1873, S. 156) erwähnt. Vom 3. Sacralwirbel geht links vom Proc. mamill. eine Spina aus, welche eine ihr entgegenkommende Spina des hinteren Darmbeinbandes beinahe berührt, aber doch nicht erreicht; ein Ligament verbindet beide; rechts sind diese Spinae kürzer. Der 3. Sacralwirbel ist also ein nicht so vollständig als Sacralwirbel ausgebildeter wie die beiden ersten (Wirbel

28 und 29 der Reihe). Ein weiterer Unterschied zeigt sich noch darin, daß die Proc. spinosi dieser beiden miteinander verwachsen sind.

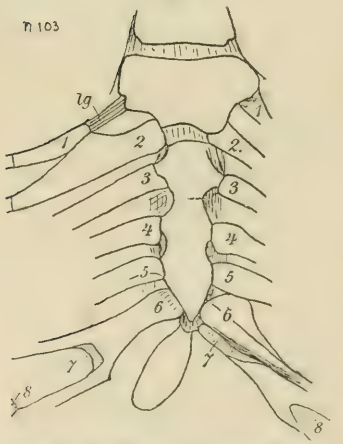
Der 1. Caudalwirbel (31. Wirbel der Reihe, Fig. 1) verbindet sich durch seinen Seitenfortsatz mit dem Seitenfortsatze des letzten Sacralwirbels und auch noch mit dem Darmbeine; in dieser Hinsicht ist dieser Wirbel also noch etwas Sacralwirbel. Der 2. Caudalwirbel ist der breiteste der Caudalwirbel. Dem vorderen (cranialen) Rande des 5. Caudalwirbels (35. der Reihe) sitzt die 1. Hämapophyse auf (Fig. 1 *h.a*); der Cranialrand des 4. ist zugespitzt, vielleicht also eine erste Andeutung einer Hämapophyse. Der letzte Caudalwirbel, welcher eine Hämapophyse trägt, ist der 10. (40. der Reihe); die Hämapophyse des 6. und dieselbe des 7. Caudalwirbels sind die größten. Am 9. Caudalwirbel sind die Proc. spin. und mamill. vollständig rückgebildet. Es finden sich 13 Caudalwirbel.

II. N. 103.

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—27 (4) *l*; 28—30 (3) 3; 31—42 (12) *cd*
4. *l* + 1. *cd* —

Das Exemplar II stimmt sehr mit dem Ex. I überein. Die 16. Rippe mißt beiderseits 2,6 + 0,3 cm, die 15. 3,7 + 1,0 cm; diese beiden Paare enden frei. Die 16. Rippe sitzt mehr als die gleiche Rippe des Ex. I dem gleichen Wirbelkörper auf.

Fig. 2.



Sternum. *lg* Lig. zw. 1. rechter Rippe und Manubrium. (Die 2. Rippe ist deutlicher mit dem Manubrium in Verbindung, als die Figur angibt.)

Das Sternum wird beiderseits von 6 Rippenpaaren erreicht (Fig. 2). Vom 7. Paar trifft links eine knorpelige Spitze (Fig. 2) in der Medianlinie das distale Ende des Sternums[1]. Das 6. Paar hat ein sehr verbreitertes sternales Endstück. Rechts erstreckt sich die 1. Rippe nicht bis zum Sternum; das Ende (Fig. 2) articuliert mit dem sternalen Ende der zweiten Rippe und ist durch ein Ligament (Fig. 2 *lg*) mit dem Manubrium sterni verbunden[2].

[1] Rechts war diese Spitze abgebrochen (Fig. 2).

[2] Erste Andeutung der TURNERschen bicipital ribs (1883).

Am Körper des 1. Dorsalwirbels ist rechts kein For. intravert. gebildet; an diesem Wirbel finden sich schwache Proc. transv., welche die 1. Rippe stützen, sowie geringe Andeutungen der Proc. mamillares. Am 2. Dorsalwirbel finden sich die 1. Proc. mamill. Von den Halswirbeln braucht bloß erwähnt zu werden, daß der siebente große For. transv. besitzt. Proc. articulares wie beim Ex. I.

Von den Lendenwirbeln haben der 1., der 2. und der 3. gleichmäßig kleiner werdende Proc. laterales; am 4. findet sich rechts ein kleiner, links bloß eine Spur desselben. Hier am 4. Lendenwirbel findet sich also ein kleiner Unterschied gegenüber Ex. I. Das Sacrum stimmt sehr mit dem des Ex. I überein; die Proc. mamill. des 3. Sacralwirbels sind jedoch weiter vom Os ilei entfernt; in diesem Ex. II sind jedoch alle drei Proc. spinosi der Sacralwirbel miteinander verwachsen.

Von den Caudalwirbeln zeigt der 1. die gleichen Verhältnisse wie derselbe des Ex. I. Ebenso der 2. Am 4. findet sich hier eine wohlausgebildete Hämapophyse, am 5. und am 6. ist diese am stärksten; die letzte sitzt dem 8. auf; der 9. Caudalwirbel hat an seinem proximalen Rande noch eine kleine Spitze. Der 8. Caudalwirbel hat noch rudimentäre Proc. mamill. Es finden sich 12 Caudalwirbel.

III. N. 108.

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—27 (4) *l*; 28—30 (3) *s*; 31—42 (12) *cd*
4. *l* ++ 1. *cd* —

Dieses Exemplar zeigt gegen die beiden vorigen schon deutlichere Differenzen. Die Länge der 16. Rippe beträgt 2,0 + 0,3 rechts, 2,2 + 0,2 links, der 15. 3 + 0,3 beiderseits. Die drei letzten Rippenpaare enden frei[1]. Die letzte Rippe, namentlich die linke, sitzt einem Proc. transv. auf; das Capitulum costae erreicht noch den Wirbelkörper.

Das Sternum wird von sechs Rippenpaaren erreicht; die ventralen Enden der 7. Rippen sind 2,3 cm voneinander entfernt. An der rechten 3. Rippe ist am sternalen Teil eine Verbreiterung, welche mit der 2. Rippe articuliert[2].

---

[1] Ganz zuverlässig ist diese Beobachtung nicht; möglich ist, daß im unversehrten Objekte das knorpelige Ende der 14. Rippe noch ein wenig mit dem Rippenbogen im Zusammenhang war.

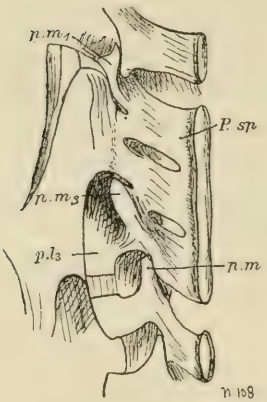
[2] Menschliche Beispiele dieser Art sind von Scott (1879) und von Turner (1879) beschrieben.

Der 1. Dorsalwirbel hat schwache Proc. transv., rechts kein vollständiges For. intravert. 1. Proc. mamill. am 3. Dorsalwirbel. Der 7. Halswirbel hat beiderseits ein For. transvers.

Am 1. und 2. Lendenwirbel finden sich Proc. laterales; am 3. fehlen dieselben bis auf eine Spur. Am 4. existieren wieder solche beiderseits; der linke ist der stärkere. Dieser auffallende Befund wird bei der Betrachtung der folgenden Exemplare seine Deutung finden.

Das Sacrum stimmt sehr mit dem des Ex. II überein. Auch hier sind die drei Proc. spinosi miteinander verwachsen (Fig. 3); die Proc. mamill. des 3. Sacralwirbels sind dem Os ilei näher als im Ex. II. 1. Caudalwirbel wie bei den vorigen Ex.; 2. und 3. Caudalwirbel gleich stark. Der 5. Caudalwirbel hat die erste Hämapophyse, der 4. ein Rudiment derselben; die des 6. und des 7. sind die stärksten, die des 8. und des 9. wieder rudimentär. Der 8. Caudalwirbel hat noch rudiment. Proc. mamill. Es finden sich 12 Caudalwirbel.

Fig. 3.



III. Linke Hälfte des Sacrums und der Umgebung, von hinten und links. Drei Processus spinosi verwachsen. *p.m*3 Proc. mamill. des 3. Sacralwirbels; *p.l*3 Proc. lat. des 3. Sacralwirbels.

IV. N. 117 (Q).

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27 *ls*; 28—30 (3) *s*; 31—43 (13) *cd*

Hier finden sich gegen die vorigen Exemplare weitere Unterschiede.

Länge der 16. Rippe: 2 + 0,1 cm rechts und 2,2 + 0,1 links, der 15. 3,1 + 0,4 beiderseits. Drei Paar freie Rippen. Die 16. Rippe articuliert noch am Wirbelkörper; kleine Proc. transv. Sechs Rippenpaare am Sternum, 1. und 2. am Manubrium; die ventralen Enden der 7. Rippen sind 2 cm voneinander entfernt. Proc. transv. des 1. Dorsalwirbels sehr schwach. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert. 1. Proc. mamill. am 3., eine Andeutung schon am 2. Dorsalwirbel.

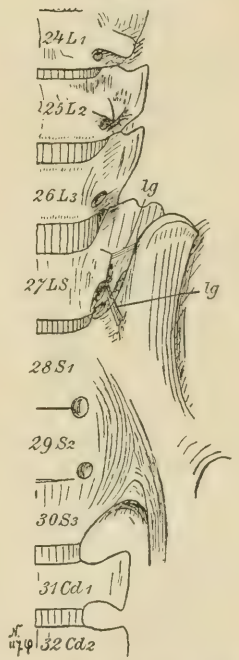
Der 7. Cervicalwirbel[1] hat beiderseits For. transv.; das linke ist klein; For. intravert. sind nicht vorhanden. Der 6. Cervicalwirbel hat einen Proc. art. inf.

[1] Von diesem Objekte sind bloß die beiden letzten Cervicalwirbel vorhanden. Da jedoch nichts darauf hinweist, daß an der Hals-Brustgrenze etwas Abnormes sich findet, so darf dasselbe in der Reihe einen Platz finden.

Von den Lendenwirbeln (Fig. 4) haben der 1. und der 2. große Proc. lat.; namentlich der rechte des ersten ist sehr wohl ausgebildet und endet mit einer Spitze, welche gegen den Fortsatz abgegrenzt ist und dadurch den Eindruck eines Rippenrudimentes macht. Der 3. Lendenwirbel (der 26. der Reihe) läßt einen Seitenfortsatz ganz vermissen.

Der 27. Wirbel ist von lumbo-sacraler Beschaffenheit (Fig. 4 *LS*). Sein Proc. mamill. articuliert mit dem Darmbeine; beiderseits ist außerdem ein Proc. lat. da (Fig. 4), welcher durch zwei Ligamente mit dem Darmbeine verbunden ist. Dieser Wirbel hat noch, wie alle Lendenwirbel, ein For. intravertebrale.

Fig. 4.



lg Ligg. zwischen dem Proc. lat. und dem Os ilei.

Von den drei Sacralwirbeln sind die Proc. mamill. der beiden ersten in Verbindung mit dem Darmbeine; dasselbe hat hier also drei (des 27., 28. und 29. Wirbels) derartige Verbindungen. Vom 3. Sacralwirbel sind die Proc. mamill. ziemlich weit vom Darmbeine entfernt. Die Proc. spinosi sind nicht verwachsen; die des 1. und 2. (28. und 29. Wirbel) sind einander sehr genähert; der des lumbo-sacralen und der des 3. sacralen Wirbels stehen gleich weit zurück vom Proc. spin. des 1. bzw. 2. Sacralwirbels.

Der 1. Caudalwirbel hat seine Verbindung mit dem letzten Sacralwirbel aufgegeben (Fig. 4 *Cd*) und ist ein reiner Caudalwirbel; seine Breite gleicht dem des 2. Caudalwirbels. Der 4. Caudalwirbel (34. der Reihe) hat eine gut ausgebildete Hämapophyse. Sechs Caudalwirbel haben Hämapophysen; der 10. Caudalwirbel ist an seinem Cranialrand noch verdickt. Der 7. Caudalwirbel hat noch Proc. mamillares. 13 Caudalwirbel; der letzte ist ein sehr kleines Knochenstückchen, kleiner und formloser als der 13. Caudalwirbel des Ex. I.

V. N. 107.

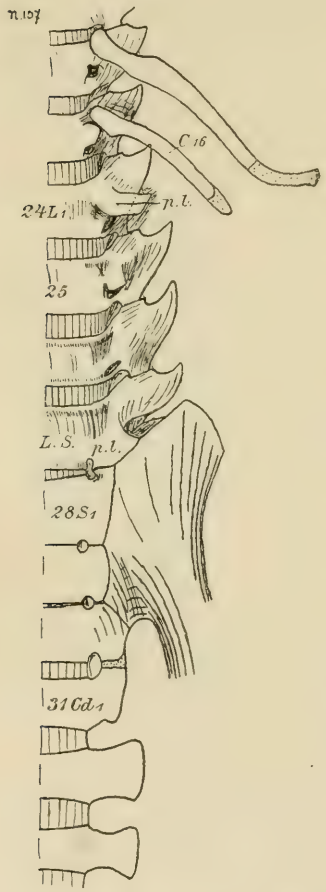
1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27 *ls*; 28—30 (3) *s*; 31—43 (13) *cd*
1. *cd* —

Stimmt sehr mit dem vorigen überein.

Länge der 16. Rippe beiderseits 2,1 + 0,2, der 15. 3 + 0,5. Die

16. Rippe sitzt einem ziemlich großen Proc. transv. auf; die Rippe erreicht nicht mehr den Wirbelkörper (Fig. 5); diese Verhältnisse finden sich beiderseits. Drei Paar freie Rippen. Sechs Paar Rippen am Sternum. Distanz der 7. Rippen 4,5 cm.

Fig. 5.



p.l Proc. lat. des lumbo-sacralen Wirbels.

Der 1. Dorsalwirbel, hat einen schwachen Proc. transv.; links ein unvollständiges For. intravert. Der 3. Dorsalwirbel zeigt den 1. Proc. mamill., der 2. hat schon eine Andeutung eines solchen.

Der 7. Cervicalwirbel hat beiderseits ein For. transv. und am hinteren Bogen eine feine Spitze, welche ein unvollständiges For. intravert. bilden hilft, beiderseits Proc. artic. sup.

Von den Lendenwirbeln haben der 1. und 2. Proc. lat. (Fig. 5), dem 3. fehlen dieselben gänzlich.

Der 27. Wirbel ist wieder von lumbo-sacraler Natur (Fig. 5). Im Gegensatz zu dem Ex. IV sind hier die Seitenfortsätze in Verbindung mit dem Darmbeine und sind die Proc. mamillares frei (vgl. Fig. 4 und 5). Es fehlt hier das Foramen intravertebrale, wie bei den Sacralwirbeln.

Das Sacrum läßt die Nähte der Wirbel noch erkennen; auch ist die Verbindung mit dem Darmbeine noch nicht knöchern. Die Proc. mamill. des 1. und 2. Sacralwirbels sind in Verbindung mit dem Darmbeine.

Die Proc. spinosi sind alle frei, die des 1. und 2. sind einander genähert, dieselben des lumbo-sacralen und des 3. sacralen Wirbels weichen zurück.

Der 1. Caudalwirbel (Fig. 5) ist noch nicht so frei, wie derselbe des Ex. IV (Fig. 4). Der 2. ist hier der breiteste. Auch ist der 5. der erste, welcher eine Hämapophyse hat, die größten finden sich am 6. und 7. Caudalwirbel. Die des 9. und des 10. Caudalwirbels sind schon

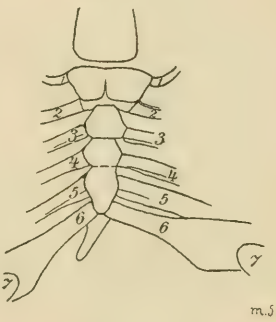
verknöchert mit dem Oberrand des Wirbelkörpers. Der letzte Proc. mamill. findet sich am 8., Spur noch am 9. Caudalwirbel. 13 Caudalwirbel; der letzte sehr rudimentär.

VI. (mont. Skel. d. vgl. anat. Sml.)

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 30 *scd*; 31—(39 + *x*) *cd*

Junges Tier; viele Nähte, wie z. B. zwischen Körper und Bogen sind noch zu sehen; stimmt sehr mit dem Ex. VII überein. Drei Paar freie Rippen. Die 16. Rippe articuliert mit dem Körper und mit einem Proc. transv. Länge der 16. 1,5, der 15.[1] 2,5 cm. Sechs Rippenpaare am Sternum (Fig. 6). Das 1. Paar verbindet sich mit dem proximalen Teil des Manubrium, das 2. Paar mit dem distalen Ende und der Zwischenscheibe zwischen Manubrium und 2. Gliede des Sternums. Die 7. Rippen sind 2,7 cm voneinander entfernt. Am 2. Dorsalwirbel findet sich der erste Proc. mamill.

Fig. 6.



Die Querfortsätze des 1. und des 2. Lendenwirbels sind schwach, dem 3. fehlen dieselben. Das Sacrum besteht aus vier Wirbeln, von welchen der letzte als sacro-caudaler zu bezeichnen ist: die Seitenfortsätze sind nicht mehr vollständig mit dem Os ilei in Verbindung, die Proc. mamillares sind weit vom Os ilei entfernt. Vom 3. Sacralwirbel berühren die Proc. mamill. noch das Darmbein. Die Proc. spinosi des 2. und 3. Sacralwirbels stehen einander sehr nahe, der des 1. sacralen und der des sacro-caudalen Wirbels weichen gleichmäßig zurück.

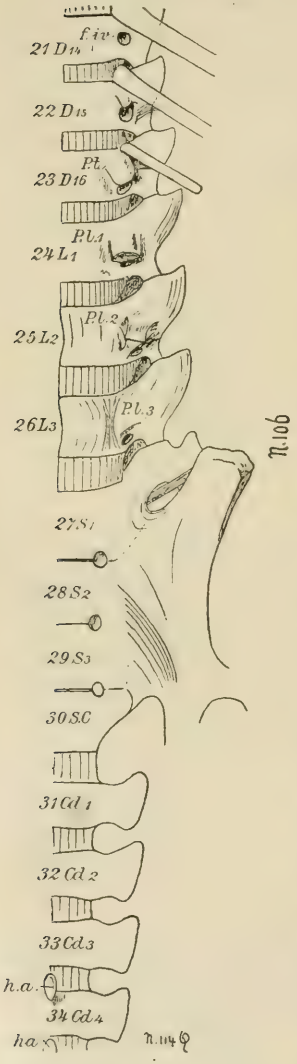
Der 1. Caudalwirbel berührt nicht mit dem Seitenfortsatz den nächst proximalen Wirbel; er ist gleich breit wie der 2. Caudalwirbel. Der 3. Caudalwirbel (33. der Reihe) hat die erste Hämapophyse[1], die beiden folgenden sind die größten, der 37. Wirbel hat die letzte; dieser ist auch der letzte, welcher noch Proc. mamill. hat. Der letzt vorhandene Wirbel ist der 39.

Wenn wir vorläufig einmal diese Reihe von sechs Exemplaren übersehen, dann ist der stufenweise Übergang des 27. Wirbels von einem Lendenwirbel in einen Sacralwirbel zugleich mit dem Über-

[1] Die bei den andern Exemplaren beschriebenen Verhältnisse an der Hals-Brustgrenze sind bei diesem montierten, eingetrockneten Skelet nicht festzustellen. An diesem Exemplar sind der 1. Halswirbel, die linke 15. Rippe und die 1. Hämapophyse verlorengegangen.

gang des 30. von einem Sacralwirbel in einen Caudalwirbel hervorzuheben. Zugleich konnten Veränderungen an andern Punkten der Wirbelsäule festgestellt werden, welche nach der Vorführung aller Exemplare noch nähere Berücksichtigung finden werden.

Fig. 7.



VII. N. 114 (♀).

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*, 30 *scd*; 31—(38 + *x*) *cd*

Die 16. Rippe (Fig. 7) ist beiderseits dünn und kurz, 1,5 + 0,1 cm rechts und 1,2 + 0,1 links; die Rippe sitzt einem Proc. transv. auf, erreicht noch den Wirbelkörper. Länge der 15. Rippe: 2,4 + 0,2 cm beiderseits. Drei Paar freie Rippen.

Sechs Rippenpaare erreichen das Sternum. An das Manubrium tritt nur ein Rippenpaar; die 7. Rippen sind vorn 5 cm voneinander entfernt. Schwacher Proc. transv. des 1. Dorsalwirbels. 1. Proc. mamillares am 3. — eine Andeutung am 2. — Dorsalwirbel. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert.

Dem 7. Halswirbel fehlt das For. transv. beiderseits; keiner von den Halswirbeln hat ein For. intravert. Der 6. Halswirbel hat einen Proc. artic. inf.

Der 1. und 2. Lendenwirbel (Fig. 7) haben einen unregelmäßig gebauten Seitenfortsatz; der 3. bloß eine Spur desselben.

Der 27. Wirbel ist hier Sacralwirbel; das Sacrum besteht aus vier Wirbeln, von welchen der letzte sich dem caudalen Typus nähert, also als sacro-caudaler Wirbel zu bezeichnen ist. Der 1. Sacralwirbel ist noch durch ein Ligament an das Os ileum befestigt, erinnert also noch an den lumbosacralen Wirbeltypus des Exemplars IV (vgl. Fig. 4 und 7). Das Promontorium liegt am proximalen Rande des 1. Sacralwirbels. Vom 3. Sacralwirbel (dem 29. der Reihe) ist

bloß rechts der Proc. mamill. mit dem Darmbein verwachsen. Von den Proc. spinosi sind die des 1. und 2. Sacralwirbels (27. und 28. der Reihe) einander bis zur Berührung genähert, aber noch nicht verwachsen; der 3. Sacral- und der 3. Lumbalwirbel weichen mehr zurück. Auf den sacro-caudalen Wirbel folgt als 31. der 1. Caudalwirbel (Fig. 7; 31 *Cd*) ganz frei; er ist der breiteste Caudalwirbel. Am 4. (34. der Reihe) findet sich die erste Hämapophyse, die des 5. und des 6. sind die größten; die Säule endet mit der Hämapophyse des 9. Caudalwirbels; (der Rest war verlorengegangen).

VIII. N. 115 (Q).

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 30—41 (12) *cd*
1 *cd*

Länge der 16. Rippe 1,9 + 0,2, der 15. Rippe 3 + 0,6. Drei Paar freie Rippen. Die letzte Rippe sitzt einem Proc. transv. auf: auch der 15. Dorsalwirbel hat einen kleinen derartigen Fortsatz.

Das Sternum wird von sechs Rippenpaaren erreicht. Bloß das 1. Paar tritt an das Manubrium; das 6. Paar erreicht noch gerade das distale Ende des Sternums. Die Entfernung der 7. Rippen voneinander beträgt 3 cm. Ganz schwacher Proc. transv. am 1. Dorsalwirbel. Die Proc. mamillares fangen beim 2. Dorsalwirbel an. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert.

Dem 7. Cervicalwirbel fehlt beiderseits das For. transversarium, beiderseits findet sich ein For. intravert.; namentlich rechts ist die Knochenspange, welche dasselbe nach hinten schließt, sehr schwach. Der 5. Halswirbel hat eine Andeutung eines Proc. artic. inf.

Von den Lendenwirbeln haben der 1. und 2. (24. und 25. der Reihe) die gewöhnlichen Seitenfortsätze; dem 3. fehlen diese, links ist eine Spur vorhanden.

Die Proc. mamill. aller drei Sacralwirbel (27.—29.) sind mit den Darmbeinen verwachsen; auch die Proc. spinosi dieser drei Wirbel sind miteinander verwachsen (vgl. Fig. 3, wo gleichfalls die Proc. spinosi der drei Sacralwirbel — welche dort jedoch die 28. bis 30. der Reihe sind, — miteinander verwachsen sind).

Der 1. Caudalwirbel ist noch nicht vollständig caudaler Wirbel, die Seitenfortsätze sind proximalwärts gerichtet und in Verbindung mit dem Sacrum und spurenweise mit dem Os ilei. Der 2. und 3. Caudalwirbel sind am breitesten. Der 4. Caudalwirbel hat eine Andeutung einer Hämapophyse, der 5. und der 6. haben große Hämapophysen, der 10. zeigt noch ein letztes Rudiment. Der 8. Caudalwirbel

hat noch rudimentäre Proc. mamill. 12 Caudalwirbel (41. letzter der Reihe).

IX. hies. Zool. Inst. M. N. 728.

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 30—(40 + x) *cd*
1. *cd* –

Dieses Exemplar[1] steht dem vorigen sehr nahe.

Fünf Paar Rippen am Sternum; die 6. Rippen erreichen einander in der Medianlinie gerade distal vom Sternum. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert. Der 7. Halswirbel hat For. transv. Dem 3. Lendenwirbel (26. der Reihe) fehlen gänzlich die Proc. laterales.

Vom 1. und 2. Sacralwirbel sind die Proc. spinosi verwachsen; der Proc. spin. des 3. Sacralwirbels weicht sehr distalwärts.

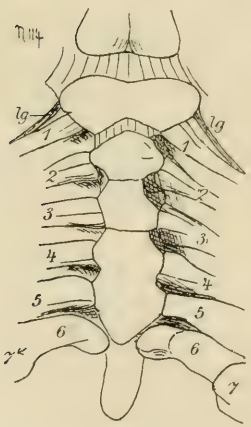
Der 2. Caudalwirbel ist am breitesten, vom 1. sind die Seitenfortsätze mit dem Sacrum verbunden. Erste Hämapophyse am 4. Caudalwirbel; die 3. ist am stärksten, die 4. die letzte.

X. N. 114.

1—7 *cv*; 8—23 (16) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 30—42 (13) *cd*
16. R. rud.

Die 16. Rippe ist klein und sitzt dem Proc. transv. auf; die starke Ausbildung des Proc. transv. ist hier hervorzuheben. Länge: 1,2 cm rechts und 0,8 links; ein knorpeliges Endstückchen ist nicht ausgebildet. Länge der 15. Rippe: 2,3 + 0,6 beiderseits. Drei Paar freie Rippen.

Fig. 8.



Sechs Paar Rippen treten an das Sternum (Fig. 8); das 1. Paar an das distale Ende des Manubrium (ein Ligament [Fig. 8 *lg*] verbindet das Ende der 1. Rippe mit der lateralen und cranialen Ecke des Manubrium); das 6. Paar geht mittels einer Verlängerung des Endstückes der Rippe (Fig. 8) noch an das distale Ende des Sternums. Die 7. Rippen sind 3,2 cm voneinander entfernt.

1. Proc. mamill. am 2. Dorsalwirbel. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert. Schwacher Proc. transv. am 1. Dorsalwirbel.

Der 7. Cervicalwirbel hat beiderseits ein For. transv., demselben fehlt das For. intravert.

[1] Die 16. Rippen waren verlorengegangen, denn Gelenkfacetten waren beiderseits zu sehen. Der größte Teil des Arcus mit dem Proc. spinosus fehlt bei dem 3.—7. Halswirbel.

Dem 3. Lendenwirbel (26. der Reihe) fehlen vollständig die Seitenfortsätze. Die Proc. spinosi des 1. und 2. Sacralwirbels stehen einander sehr nahe; alle Proc. spinosi sind frei. Der Proc. mamill. des 3. Sacralwirbels ist noch in Verbindung mit dem Os ilei.

Der Proc. lat. des 1. Caudalwirbels ist noch in Verbindung mit dem letzten Sacralwirbel. Der 2. Caudalwirbel ist der breiteste; der 4. hat die 1. Hämapophyse, die 2. und 3. dieser sind die größten, die letzte findet sich — verwachsen mit dem proximalen Rande des Wirbelkörpers — am 10. Caudalwirbel. Der letzte Proc. mamill. findet sich am 8. Caudalwirbel. 13 Caudalwirbel (42. letzter der Reihe).

XI. N. 118 (Q). Junges Tier.

1—7 *cv*; 8—23 (6) *d*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 31—(38 + *x*) *cd*
16. sehr rud. 1 — *cd* —

Die 16. Rippe ist sehr rudimentär, sie ist ein knöchernes Stäbchen, rechts 0,7, links 0,4 cm lang (Fig. 10). Es sitzt dem Querfortsatz auf. Der 15. Dorsalwirbel besitzt auch einen Querfortsatz; die Länge dieser Rippe ist 2 + 0,7 rechts und 1,9 + 0,1 links. Drei Paar freie Rippen.

Fünf Paar Rippen erreichen das Sternum (Fig. 9). Das Sternum besteht aus fünf Stücken, jedes articuliert mit einer Rippe. Die

Fig. 9.

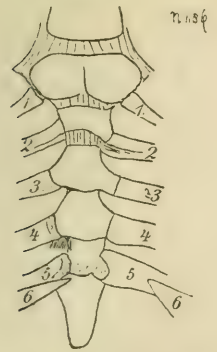
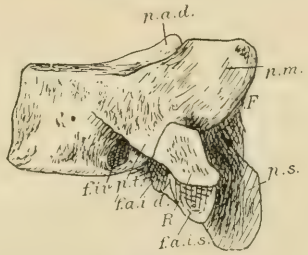


Fig. 10.

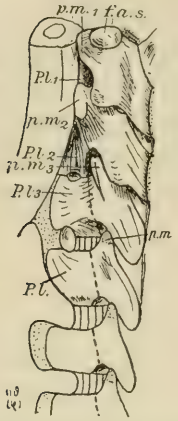


Rudimentäre Rippe am 16. Dorsalwirbel. *p.m.s* Proc. mamillaris sin.; *p.a.d* Proc. articularis sup. dext.; *f.a.i.s* Fac. art. inf. sin.; *p.t* Proc. transv. (Umrisse nach einer photographischen Aufnahme.)

6. Rippen, von welchen das sternale Ende aussieht wie dasjenige der Rippe, welche sonst die 7. ist, sind 1,3 cm voneinander entfernt. Das sternale Ende der 5. Rippe ist verbreitert, wie dasselbe der 6. Rippe anderer Fälle. Der 1. Dorsalwirbel hat einen schwach ausgebildeten Proc. transv. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert.; dem 7. Cervicalwirbel fehlt ein solches, links findet sich eine feine knöcherne Spina als erste Andeutung.

Beiderseits fehlt dem Cervicalwirbel ein For. transv. Sehr schön ist in diesem jungen Exemplare der rippenartige Charakter des Proc. transv. zu erkennen. Der 2. Dorsalwirbel hat die ersten Proc. mamillares.

Fig. 11.



Die Articulation der Sacralwirbel mit dem Darmbeine von hinten. ---- Nähte zwischen Körper und Bogen.

Von den drei Lendenwirbeln fehlt dem zweiten der Proc. transv. bis auf eine Spur; die vom 1. und 3. sind gleich stark. Wie später in der Zusammenstellung sich näher zeigen wird, sind die des ersten ein Rückweis auf dorsale, die des dritten ein Hinweis auf sacrale Beschaffenheit.

Von den drei Sacralwirbeln (Fig. 11) sind die Proc. mamill. des 1. und des 2. in Verbindung mit dem Darmbeine; die Proc. spinosi sind alle frei, die des 1. und des 2. Sacralwirbels folgen sehr dicht aufeinander.

Der 1. Caudalwirbel erreicht durch einen links knorpeligen, rechts mehr ligamentösen Fortsatz das Sacrum. Der 2. Caudalwirbel ist der breiteste. Erste Hämapophyse am Oberrand des 5. Caudalwirbels (zweifelhaft am 4.), die am 7. ist die stärkste. Letzter Proc. mamill. am 8. Caudalwirbel. Der 9. ist der letztvorhandene.

XII. N. 106.

1—7 *cv*; 8—22 (15) *d*; 23 *dl*; 24—26 (3) *l*; 27—29 (3) *s*; 30—42 (13) *cd*
13. sehr rud.

Der 23. Wirbel kann als dorso-lumbaler Wirbel bezeichnet werden. Hier ist die Reduktion der 16. Rippe, welche im vorigen Falle schon eine hochgradige war, noch weiter gegangen, indem hier die Rippe (Fig. 12 *r*) nicht mehr als freies Gebilde vorhanden ist, sondern mit dem Querfortsatz (*p.t*) des Wirbelkörpers zu einem großen Seitenfortsatz verwachsen ist. Beiderseits sind diese Verhältnisse gut ausgeprägt, rechts am schönsten. Das Rippenrudiment hat beiderseits eine Länge von 0,45 cm. Die 15. Rippe hat eine Länge von 2,4 + 0,5 links, 2,2 + 0,7 rechts. Der 15. Dorsalwirbel hat einen Proc. transv. beiderseits. Zwei Paar freie Rippen, das dritte (des 13. Dorsalwirbels, 20. der Reihe) ist links frei.

Sechs Paar Rippen erreichen das Sternum, die 7. Rippen sind 2,8 cm voneinander entfernt. Das Sternum (Fig. 13) besteht aus fünf Stücken, am 5. sind zwei Paar Rippen befestigt; zwischen dem

2. und 3. findet sich ein größeres Gelenk (Fig. 13), welches sich sonst zwischen dem Manubrium und dem 2. Stück findet. Erster Proc. mamill. am 2. Dorsalwirbel.

Der 1. Dorsalwirbel hat — wie immer — einen schwachen Proc. transv. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert.

Fig. 12.

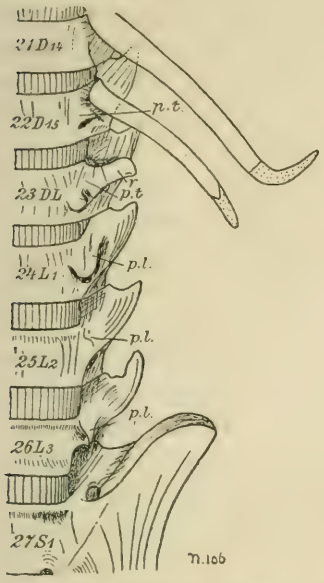
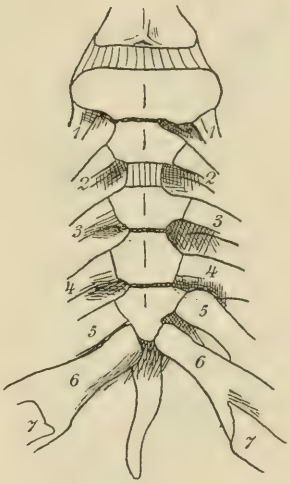


Fig. 13.



Dem 7. Cervicalwirbel fehlt beiderseits ein For. transv. Der 2. Lendenwirbel (25. der Reihe) besitzt eine Spur eines Proc. lat.; der 1. und der 3. haben gut ausgebildete Proc. lat. (Fig. 12).

Von den drei Sacralwirbeln sind die Proc. spinosi des 1. und 2. (27. und 28.) miteinander verwachsen und die Proc. mamill. mit dem Darmbeine; dieselben des 3. Sacralwirbels sind frei.

Die Proc. laterales des 1. Caudalwirbels sind frei; der 2. Caudalwirbel (31. der Reihe) ist der breiteste. Erste Hämapophyse am 4. Caudalwirbel, größte am 5. und am 6., letzte am 9. Caudalwirbel. Letzter Proc. mamill. am 8. Caudalwirbel. Der 13. Caudalwirbel, ein kleines dreieckiges Knochenstückchen, ist der letzte (42.) der Reihe.

XIII. N. 111.

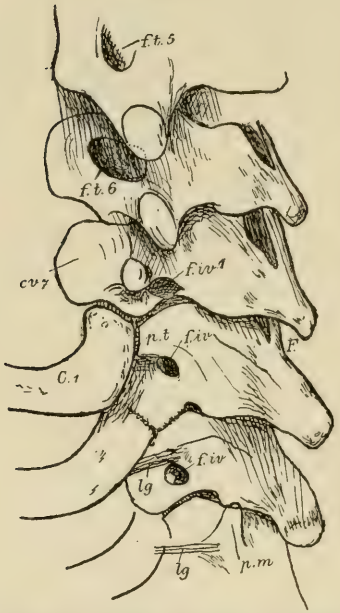
$$1\text{—}7\ cv;\ 8\text{—}22\ (15\ d);\ 23\text{—}26\ (4)\ l;\ 27\text{—}29\ (3)\ s;\ 30\text{—}(37+x)\ \frac{cd}{1\ cd-}$$

Länge der 15. (letzten) Rippe 2,4 + 0,1 rechts und 2,2 + 0,1 links, der 14. 3,3 + 0,1 und 3,2 + 0,4. Drei Paar freie Rippen. Am

15. Dorsalwirbel ist ein deutlicher Proc. transv.; am 14. eine Andeutung.

An das Sternum treten fünf Paar Rippen; an das distale Ende des Manubrium geht das 1. Paar, an jedes folgende Stück tritt ein Paar; die 6. Rippen bleiben distal vom Sternum in einer Entfernung von 1,2 cm voneinander. Die 5. Rippe ist an ihrem sternalen Ende verbreitert, wie sonst die 6. Alle Dorsalwirbel haben ein For. intravert.; der 1. Dorsalwirbel hat einen schwach ausgebildeten Proc. transv. (Fig. 14); am 3. finden sich die ersten Proc. mamillares.

Fig. 14.



Letzte drei Cervical- und erste drei Dorsalwirbel. *f.t* Foramen transversarium; *f.iv* For. intravert.; *f.iv*¹ unvollständiges For. intravert. des 7. Cervicalwirbels. (Umrisse nach einer photographischen Aufnahme.)

Dem 7. Cervicalwirbel fehlt beiderseits das For. transversarium (Fig. 14), links findet sich ein rudim. For. intravertebrale (Fig. 14).

Der 1. Lendenwirbel (*23.* der Reihe) hat große Proc. laterales, vom 2. sind dieselben ein wenig kleiner, dem 3. fehlen dieselben und der 4. hat wieder gut ausgebildete; ja die Annäherung an den sacralen Typus ist hier noch weiter fortgeschritten, indem hier diese Proc. mit Ligamenten an Höckerchen des Darmbeines (vgl. Fig. 4, Ex. IV) befestigt sind.

Von den drei Sacralwirbeln sind die Proc. spinosi des 1. und 2. verwachsen, diese nähern sich mehr dem Proc. spinosus des letzten Lendenwirbels als dem des 3. Sacralwirbels. Die Proc. mamill. des 1. und des 2. Sacralwirbels sind mit dem Darmbeine verwachsen, die des 3. befinden sich in kleiner Entfernung vom Darmbein.

Der 2. und der 3. Caudalwirbel sind die breitesten; der 1. steht noch durch seinen Proc. lat. mit dem Sacrum in Verbindung. Erste Hämapophyse am 4. Caudalwirbel, die 2. und 3. sind die größten, letzte, rudimentäre am Unterrande des 8. Caudalwirbels (also zum 9. gehörig). Letztvorhandener Caudalwirbel 37. der Reihe.

Aus der Literatur ist eine Angabe Cuviers (1835, S. 182) hervorzuheben; vom Echidné épineux gibt er die Zahlen 7, 16, 2, 3, 13, vom Echidné soyeux[1] 7, 17, 3, 3, 11. In diesem letzten Falle waren also 17 Rippen und 27 präsacrale Wirbel vorhanden. Auf S. 200 heißt es dann noch weiter, daß den Lendenwirbeln des Echidné soyeux die apophyses transverses abgehen, der Echidné épineux besitze dieselben am 1. Lendenwirbel. Meckel (1809, S. 78 und 82) beschreibt zwei Exemplare mit 7 *cv*, 15 *d*, 2 *s* und 12 *cd*; die Zahl der Lendenwirbel finde ich nicht erwähnt. Am Sternum finden sich sechs Rippen, dasselbe besteht aus vier Stücken. Diese Fälle stimmen also mit unserm Ex. XIII überein. Owen (1866, S. 316) gibt die Formel 7 *cv*, 16 *d*, 3 *l*, 3 *s*, 13 *cd*; auch Alix (1867, S. 382) gibt diese Zahlen. Hasse (1873, S. 156; Taf. VII, Fig. 56 und 57) macht ausführlichere Angaben und fügt denselben gute Abbildungen bei; seine Formel ist 7 *cv*, 16 *d*, 3 *l*, 4 *s*, 11 *cd*. Die Fälle Owens und Alix' stimmen überein mit unserm Ex. VIII, der Fall Hasses mit den Ex. VI und VII. V. Jhering (1878, S. 135) macht die gleichen Angaben wie Hasse. In der Tabelle Flowers (1888, S. 85,), welche dem Katalog des Museum of the Royal College und der Sammlung in Cambridge entnommen ist, finden sich die Formeln: *Echidna aculeata* 7 *cv*, 16 *d*, 3 *l*, 4 *s*, 11 *cd* und *E.* Bruynii 7 *cv*, 16 *d*, 4 *l*, 3 *s*, 10 *cd*, welche also mit unsern Ex. VI, VII und I—III übereinstimmen. Westling (1890, S. 7) fand bei ihren zwei Exemplaren 15 bezw. 16 Brustwirbel.

Rosenberg (1183, S. 502) untersuchte sechs Exemplare von *Echidna*. Aus seinen Ausführungen geht hervor, daß die Extreme seiner Reihe einerseits tiefer als unser Ex. I und anderseits höher als unser Ex. XIII stehen. Seine primitivste Form hatte nämlich 27 Präsacralwirbel, 17 Dorsalwirbel[2], und der 31. Wirbel war noch Sacralwirbel; die höchstausgebildete Form hatte 25 Präsacralwirbel, 15 Brustwirbel und der 29. war der letzte Sacralwirbel. Rosenberg schließt bekanntlich aus seinen Befunden, daß ein proximalwärts gerichteter Umformungsprozeß stattfindet; auf die theoretischen Gesichtspunkte wird später im Zusammenhang einzugehen sein.

[1] Für die Synonymen s. O. Thomas (1885), welchem auch Semon (1894) folgt.

[2] Bei der Untersuchung des Plex. lumbo-sacralis mehrerer Exemplare von *Echidna* habe ich jetzt auch ein Objekt mit 17 Rippen gefunden. (Anm. bei der Korrektur.)

II. Vergleichung.

Lumbalwirbel.

Die Exemplare I—III haben 27 präsacrale Wirbel, dann folgen zwei mit dem 27. als lumbo-sacralem Wirbel, die acht übrigen haben 26 präsacrale Wirbel; vom Exemplare XIII zeigt der 26. leicht lumbo-sacrale Beschaffenheit (vgl. S. 624). Aus der Beschreibung geht hervor, daß der 27. Wirbel stufenweise vom lumbalen Typus in den sacralen Typus übergeht; schließlich stimmt der 27. Wirbel als 1. Sacralwirbel des Falles XII (Fig. 12) ganz überein mit dem 28. Wirbel als 1. Sacralwirbel des Falles I (Fig. 1). Hier bei *Echidna* ist die stufenweise Umbildung des lumbalen Wirbels in den sacralen darum noch interessant, weil dem letzten Lendenwirbel »normalerweise« die Proc. lat. abgehen. An Ex. I fehlen dieselben bis auf eine Spur, an Ex. II findet man dieselben an einer Seite, an Ex. III beiderseits, an Ex. IV und an Ex. V ist der 27. Wirbel ein lumbosacraler, an Ex. VI ist derselbe ein sacraler Wirbel. Der 26. Wirbel ist in Ex. I und Ex. II 3. Lumbalwirbel mit schwachem Proc. lat., in Ex. III ist derselbe auch 3. Lumbalwirbel, ihm fehlen die Proc. lat. jedoch gänzlich, in Ex. IV und V ist derselbe 3. (letzter) Lumbalwirbel ohne Proc. lat.; ebenso in Ex. VI—X (Ex. IX hat einerseits einen schwachen Proc. lat.). In Ex. XI—XIII erscheinen dann beiderseits wieder die Proc. lat.; in Ex. XIII ist er beiderseits mittels Ligamenten in Verbindung mit dem Sacrum getreten. Der 26. Wirbel des Ex. XI und XII stimmt also überein mit dem 27. des Ex. III, die zwischenliegenden Exemplare bilden die Zwischenformen. Wie aus den speziellen Beschreibungen zu ersehen ist, lassen sich übereinstimmende Befunde auch für den 2. und den 1. Lendenwirbel feststellen.

Aus diesen Vergleichungen ist also klar, 1) daß eine Umformung des letzten Lumbalwirbels in einen Sacralwirbel auf alle vorhergehenden Lumbalwirbel ihren Einfluß ausübt, und 2) daß Processus laterales, welche am letzten Lendenwirbel vorkommen können, nicht stets die gleiche Bedeutung haben; das eine Mal sind dieselben regressive (an mehr proximale Lendenwirbel erinnernde, auf diese zurückweisende), das andre Mal progressive (mehr distale Sacralwirbel andeutende, auf dieselben hinweisende) Bildungen. Wirbel also, welche sonst keine Proc. laterales besitzen, können diese unter besonderen äußeren Verhältnissen hervorgehen lassen. Im entwicklungsgeschichtlichen Teil dieser Untersuchung werden wir sehen, ob an den betreffenden Wirbeln eine reelle Anlage für einen Proc. lateralis zu finden ist.

Sacralwirbel.

Im Exemplar I sind der 28. und 29. Wirbel typische Sacralwirbel, d. h. die Proc. lat. und die Proc. mamill. sind mit dem Darmbeine und die beiden Proc. spinosi sind untereinander verwachsen; in Ex. II und III sind von drei Wirbeln (28.—30.) die Proc. spinosi miteinander verwachsen (Fig. 3); die Proc. mamill. des 3. Sacralwirbels sind jedoch auch hier frei. In Ex. XII und XIII sind der 27. und 28. Wirbel typische Sacralwirbel; in Ex. VIII sind von drei Wirbeln (27—29) die Proc. spinosi verwachsen, die Proc. mamill. sind frei. Bei den zwischenliegenden Exemplaren zeigen sich nun wieder zu erwartende Formen: so sind bei Ex. IV drei Paar Proc. mam. (27.—29.) mit dem Darmbeine verwachsen, auch beim Ex. V, an einer Seite bei Ex. VII (vgl. auch die spezielle Beschreibung). Dieser Befund ist sofort klar, wenn man die Auffassung derselben als Zwischenformen zwischen den beiden Extremen gelten läßt. Bei den Ex. IV—VII und X sind alle drei Proc. spin. frei. Auch dies erklärt sich aus dem Zustande der Umformung.

Das Promontorium findet sich bei den Ex. I—III am proximalen Rande des 28. Wirbels; in den Ex. IV und V sind zwei Promontorien, am 28. und am 27. Wirbel, vorhanden; bei den Ex. VI—XIII findet sich das Promontorium am 27. Wirbel.

Caudalwirbel.

Der 31. Wirbel ist in Ex. I noch im Zusammenhang mit dem 3. Sacralwirbel, die Zwischenwirbelscheibe ist niedrig und der Wirbel weniger breit als der folgende Caudalwirbel; es gilt dies auch für Ex. III und II; in den Ex. IV, VI und VII ist derselbe ganz frei; in Ex. V sind die Proc. lat. noch in Verbindung mit dem letzten Sacralwirbel, obgleich dieser noch bloß teilweise mit dem Darmbeine articuliert; in diesem Falle haben also fünf Wirbel sacrale Charaktere. In Ex. VIII ist dann der nächst proximalwärts gelegene Wirbel (der 30. der Reihe) 1. Caudalwirbel geworden, stimmt überein mit dem 1. Caudalwirbel (31. der Reihe) des Ex. I. In Ex. XII schließlich sind die Proc. lat. frei, es gleicht also der 1. Caudalwirbel (30. der Reihe) dem 1. Caudalwirbel des Ex. IV (31. der Reihe).

Ein zweiter Charakter der Caudalwirbel, welcher für diese vergleichende Betrachtung von Wichtigkeit ist, ist die Hämapophyse. In Ex. I erscheint die erste Hämapophyse am proximalen Rande des 5. Caudalwirbels (35. der Reihe; am 4. Caudalwirbel ist ein Rudi-

ment vorhanden), das gleiche gilt für das Ex. III; in Ex. II findet sich am 4. Caudalwirbel (34. der Reihe) schon eine selbständige Hämapophyse. Weiter der Reihe folgend, erscheint dann in Ex. VIII am 4. Caudalwirbel (hier 33. der Reihe) ein Rudiment der Hämapophyse, und in den letzten Exemplaren besitzt der 33. Caudalwirbel eine selbständige Hämapophyse. Auch die größte Hämapophyse findet sich dann um einen Wirbel mehr proximalwärts.

Da wir die Deutung der Tatsache der größeren Dorsalwirbelzahl als primitives Merkmal, als Fundament für die Vergleichung genommen haben (vgl. S. 609), und da wir dann durch die Untersuchung einen proximalwärts fortschreitenden Umformungsprozeß für die Lumbal-, Sacral- und Caudalwirbel feststellten, so müssen wir jetzt das Erscheinen einer Hämapophyse an einem Wirbel (33. der Reihe) bei den Exemplaren XII und XIII, welchem sonst dieselbe fehlt (Ex. I z. B.), zu erklären versuchen. Das Auftreten eines Proc. lat. an einem Lendenwirbel, an welchem sich sonst dieser nicht findet, ist eine Erscheinung, welche gleicher Art ist (s. S. 626); jedoch sind jene Verhältnisse noch einfacher. Rosenberg (1896, S. 322) bespricht auch diese Frage und meint, daß die Schwierigkeit der Deutung, welche hier für die Annahme eines proximalwärts gerichteten Umformungsprozesses auftritt, zwar weniger groß ist als für die Annahme eines distal gerichteten Umformungsprozesses gegenüber der Deutung des Auftretens von Rippen an Wirbeln, welche sonst keine haben, daß qualitativ jedoch die Schwierigkeit für beide Annahmen die gleiche ist. Weiter zieht er dann die Untersuchungen Claus' (1876) und Göpperts (1895 und 1896) in Betracht und neigt schließlich der Auffassung zu (S. 324 und Zus. 3 S. 335), daß es sich hier um eine Neubildung handele. Die Bemerkung, welche Rosenberg hierbei über die allmähliche Entstehung dieser Neubildung macht (S. 325), nämlich »durch histiologische Differenzierung« »in dem Gewebslager, welches ventral dem Wirbelkörper und der Intervertebralscheibe sich anschließt«, gibt jedoch, wie Rosenberg selbst bemerkt, keine Lösung der Frage über die Möglichkeit der Entstehung einer Hämapophyse an einem Wirbel, welcher sonst keine hat. Um diesen Vorgang anschaulich zu machen, muß man annehmen, entweder daß ventrale Bogen, welche bei mehreren Formen der Wirbeltiere an übereinstimmenden Wirbeln nachgewiesen sind (A. Müller [1853, S. 290], Claus [1876], Göppert [1895], Meyer [1885]), bei einem hochdifferenzierten Exemplare andrer Formen auftreten können, indem bei den betreffenden

Wirbeln eine reelle (wie bei den Lumbalwirbeln S. 626) oder ideelle Anlage vorhanden ist, oder — und zu dieser zweiten Annahme ging man einigermaßen schon über durch die Postulierung ideeller oder virtueller Anlagen — daß, unter dem Einflusse der topographischen Verhältnisse — äußerer Umstände also —, die Wirbel die Form ihrer Nachbarwirbel übernehmen können. Bei letzterer Auffassung wird, wie ersichtlich, ein rein ideelles, teleologisches Prinzip — das Correlationsprinzip — für die Deutung in Anspruch genommen (Driesch u. a.). Im entwicklungsgeschichtlichen Teil wird sich die Gelegenheit bieten zu sehen, ob die Tatsachen bei *Echidna* für die Entscheidung dieser Frage beitragen können.

Die Gesamtzahl der Wirbel der Säule schwankt zwischen 43 und 41; die Ex. I, IV und V haben 43 Wirbel, das Ex. VIII 41 und die Ex. II, III, X und XII 42 Wirbel[1]; hier ist also kein enger Zusammenhang mit der aufgestellten Reihe. Für die letzten Caudalwirbel dürfte also — wie es für rudimentäre Teile oft festgestellt ist — eine willkürlichere Variabilität angenommen werden[2].

Dorsalwirbel.

1. Die letzten Dorsalwirbel.

Aus der Tabelle II ist der allmähliche Rückgang der Länge der letzten Rippe zu ersehen; in den letzten Exemplaren stimmt die Länge der letzten, d. h. 15. Rippe überein mit der letzten (16.) der ersten Fälle und die Länge der 14. mit derselben der 15. Zugleich mit dieser Umbildung findet ein allmähliches Freiwerden der 14. Rippe statt, und die Bildung eines Proc. transv. am Wirbelkörper des 15. Dorsalwirbels. Aus der Tatsache, daß dieser Proc. transv. größer wird in dem Maße, als die betreffende Rippe mehr rudimentär wird (vgl. Fig. 1, 5 und 7 und die spezielle Beschreibung), geht hervor, daß der Proc. transv. nicht immer reiner Proc. transv. ist, sondern eventuell sich dem Charakter eines Proc. lateralis der Lumbalwirbel nähert. Auch das allmähliche Aufgeben der Verbindung der Rippe mit dem Wirbelkörper bei ihrer zunehmenden Rückbildung und das Hinaufrücken auf den Proc. transv. ist bei *Echidna* schön zu verfolgen (Fig. 1, 5, 7; 10 und 12). Vgl. Rosenberg (1875, S. 92—94, 1899, S. 56 Anm. 1) und Holl (1882, S. 209 und 231).

---

[1] Bei den Ex. VI, VII, IX, XI und XIII fehlten die letzten Caudalwirbel.

[2] Für die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen vgl. Steinbach (1889).

Ta

Rippen	Ex. I	II	III	IV	V	VI[1]
14. (21. W.)						
15. (22. W.)	r. 3,5 + 0,7 l. 3,7 + 0,7	3,7 + 1,0	3 + 0,3	3,1 + 0,4	3 + 0,5	2,5
16. (23. W.)	2,4 + 0,1	2,6 + 0,3	r. 2,0 + 0,3 l. 2,2 + 0,2	2 + 0,1 2,2 + 0,1	2,1 + 0,2	1,5

Ta

Entfernung der Rippen voneinander; in Zentimeter	Ex. I	II	III	IV	V	VI[1]
der 7. Rippen	0	0?	2,3	2	4,5	2,7
der 6. Rippen						

2. Die Zahl der an das Sternum tretenden Rippen.

Bei den Ex. I, II und III (Fig. 2) erreichen sechs Rippenpaare das Sternum. Zwei Paare verbinden sich mit dem Manubrium, die andern je mit einem Teilstück des Sternums. Bei Ex. I erreichen die 7. Rippen einander in der Medianlinie, bei Ex. II (Fig. 2) erreicht einerseits das verschmälerte knorpelige Ende der 7. Rippe die Medianlinie, im Ex. III blieben die 7. Rippen in einiger Entfernung von derselben und voneinander. Es gilt dies auch für die übrigen Fälle (Tabelle III), bei welchen die Distanz zwischen 2 und 5 cm schwankt. Bei den letzten Fällen (IX, XI, XIII) erreichen die 6. Rippen das Sternum nicht mehr (Tabelle III und Fig. 9). Bei diesen Exemplaren übernimmt die 5. Rippe die Ausbildung der sonst 6. (sehr verbreitertes sternales Ende, S. 621).

3. Die Grenze der Brust- und Halsgegend.

In den Ex. I—VI erreichen zwei Paar Rippen das Manubrium sterni (Fig. 2 und 6). In Ex. II (Fig. 2) tritt die interessante Tatsache der rudimentären Ausbildung der 1. Rippe auf: rechts (Fig. 2) erreicht das Ende derselben nicht das Sternum, sondern articuliert mit einem Höcker der 2. Rippe; durch ein Ligament ist die Rippe mit dem Manubrium verbunden[2]. Im Ex. VI (Fig. 6) treten die beiden

[1] Junge Tiere.

[2] Adolphi (1899) beschreibt das Skelet eines Hundes mit rudimentärer 1. Rippe und mit dem 21. als dorso-lumbalem Wirbel; in einem zweiten Skelete ist der 7. Wirbel dorso-cervicaler Beschaffenheit und der 19. ist letzter Dor-

belle II.

VII	VIII	IX	X	XI[1]	XII	XIII
					3,5 + 0,9	3,3 + 0,1
					3,6 + 0,5	3,2 + 0,4
2,4 + 0,2	3 + 0,6	—	2,3 + 0,6	2 + 0,1	2,2 + 0,7	2,4 + 0,1
				1,9 + 0,1	2,4 + 0,5	2,2 + 0,1
r. 1,5 + 0,1	1,9 + 0,2		r. 1,2	0,7	0,45	
l. 1,2 + 0,1		S. 620	l. 0,8	0,4		

belle III.

VII	VIII	IX	X	XI[1]	XII	XIII
5	3	nicht gemessen	3,2	3,5	2,8	4
		0		1,3		1,2

1. Paare ein wenig abweichend an das Manubrium: das 1. Paar mehr als gewöhnlich proximal, das 2. sehr distal.

---

salwirbel; vgl. hierzu auch ADOLPHI (1902). In einer späteren Arbeit (1905) teilt ADOLPHI mit, daß er bei 35 Frauen 3mal doppelseitig und 5mal einseitig, bei 48 Männern 5mal doppelseitig und 6mal einseitig ein Ästchen des 10. Spinalnerven zum Plexus brachialis fand (S. 49) und daß dieser Ast öfter vorkommt in Fällen, wo acht, als in denen, wo sieben Rippen an das Sternum treten (S. 55). Dann gibt er (S. 58—71) eine Zusammenstellung aus der Literatur von Fällen mit einer Halsrippe und von Fällen mit einer rudimentären 1. Brustrippe, um die Frage beantworten zu können, ob eine Correlation zwischen der Variabilität der oberen Thoraxgrenze und den übrigen Abschnitten der Wirbelsäule vorhanden ist (vgl. auch S. 644). Menschliche Fälle mit einer rudimentären 1. Rippe zugleich mit 13 Brustrippen finden sich in der Literatur mehrere:

LOW (1900), 1. linke Rippe rudimentär, 8 Rippen am Sternum, 13 Rippen. LEBOUCQ (1894 und 1895) rudimentäre 1. Rippe, 8 Rippen am Sternum, 13 Rippen (Fall 2); vielleicht gehören hierzu auch die Fälle 5 und 6 der »côtes cervicales« (vgl. auch ROSENBERG, 1899, S. 47 Anm. 1). STRUTHERS (1874, S. 60); HELM (1895, S. 540/41), TURNER (1883), DWIGHT (1901, S. 262 A 4) 13 Rippen, 1. linke Rippe ist rudimentär, FISCHEL (1906, S. 503).

FISCHEL (S. 507 und 580) faßt die unvollständige Ausbildung der 1. Rippe als »Defektbildung« auf, welche »auf eine die normale Knochenentwicklung hemmende, also pathologische Ursache zurückzuführen sind. Die Tatsache des Zusammentreffens einer 1. rudimentären Rippe mit 13 Rippen und die parallele Tatsache des Zusammentreffens einer Halsrippe mit nur 11 Brustrippen (vgl. S. 632 Anm.) machen jedoch eine andre Deutung wahrscheinlicher (vgl. S. 645 u. folg.). Daß auch die 2. Rippe, jedoch sehr selten, nicht wohl ausgebildet sein kann (FISCHEL, 2 Fälle), wirkt, indem sich in diesen Fällen nicht eine 13. Rippe fand, nur wenig verschleiernd für die Deutung der Befunde an der 1. Rippe.

In den übrigen Fällen erreicht nur ein Rippenpaar das Manubrium (Fig. 8, 9 und 13); von welchen dann noch die Ex. VII, VIII, X und XII sechs Rippenpaare, am Sternum, die Ex. IX, XI und XIII deren nur fünf haben. Das Sternum der Ex. I—VI und VII, VIII, X und XVI, welche alle sechs Rippenpaare mit dem Sternum verbunden zeigen, ist also nicht in gleicher Weise zusammengesetzt. Die Fig. 2 (Ex. II), 6 (Ex. VI), 8 (Ex. X) und 13 (Ex. XII) zeigen dies auch: die beiden ersteren haben zwei Rippenpaare mit dem Manubrium verbunden, die beiden letzteren ein Paar, aber der distale Teil des Sternums enthält ein Glied mehr. Bei den ersten Ex. (I—IV, Fig. 2 und 6) befindet sich zwischen dem Manubrium und dem nächstdistalen Glied eine ziemlich hohe ligamentöse Verbindung; diese kommt bei den andern Formen nicht so regelmäßig vor. Bei einem Exemplare (Fig. 13, Ex. XII) findet sich eine derartige Verbindung zwischen dem 2. und 3. Glied, so daß es aussieht (Fig. 13), als wäre das 2. Glied im Begriff, in das Manubrium aufgenommen zu werden; bei einem andern (Fig. 9, Ex. XI) finden sich zwei schmälere derartige Verbindungen, bei einem dritten eine schmälere (Fig. 8, Ex. X) an der zuerst genannten Stelle, bei einem vierten ist das Sternum ganz regelmäßig gegliedert (Ex. VIII)[1].

Diese Befunde schwankender Gestaltung des Sternums bei Formen, bei welchen der Umformungsprozeß sich äußert — in welchen Befunden doch vielleicht noch ein Zusammenhang aufzudecken sein würde, wenn man Gelegenheit hätte, eine größere Zahl Spirituspräparate zu untersuchen —, parallelisiere ich mit der schwankenden Gestaltung des Sacrums in bezug auf die Verwachsung der Proc. spinosi der Sacralwirbel bei den übereinstimmenden (mittleren) Formen (vgl. S. 627).

Das letzte Glied des Sternums, welches aus zwei Teilen besteht (Fig. 13), einem Teile für das 5. Rippenpaar und einem rudimentären Endstücke für das 6. Paar, fehlt bei dem Ex. XI (Fig. 9) und XIII; es trägt bei diesen letzten Ex. dieses Glied bloß das 5. Rippenpaar.

Der 7. Cervicalwirbel hat in den Ex. I—V, IX und X ein For. transversarium, den Ex. VII, VIII, XI, XII und XIII fehlt es. Wenn man das Fehlen des For. transv. als eine Annäherung des cervicalen Typus an den dorsalen ansieht, so prägt sich in bezug auf dieses

[1] Leboucq (1895, S. 43) fand bei zwei Fällen mit Halsrippen beim Menschen eine Teilung des Manubrium oberhalb der 2. Rippe.

Merkmal eine proximalwärts schreitende Umbildung aus[1]. Am For. intravert. ist die Umbildung weniger deutlich: allen Dorsalwirbeln kommt dasselbe zu, allen Cervicalwirbeln fehlt es für gewöhnlich; bei den Ex. II, III und V ist dasjenige des 1. Dorsalwirbels mehr oder weniger rudimentär; bei den Ex. I, V, VIII, XI und XIII finden sich am 7. Cervicalwirbel Andeutungen von ihm (Fig. 14); das Ex. VIII hat beiderseits ein vollständiges For. intravert., womit ein Fehlen des For. transv. zusammenfällt (vgl. die speziellen Beschreibungen). Im allgemeinen haben also auch hier die niedrigeren Nummern einen 1. Dorsalwirbel, welcher spurenweise die Form des Cervicalwirbels zeigt, und die höheren Nummern einen letzten Cervicalwirbel, welcher spurenweise die Form des Dorsalwirbels wiedergibt. Andre kleine Unterschiede zwischen den Wirbeln an der Hals-Brustgrenze können nicht gedeutet werden als variierend unter dem Einfluß eines proximalwärts gerichteten Umformungsprozesses; so finde ich den ersten Proc. mamill. willkürlich am 2. oder am 3. Brustwirbel, oder Spuren am 2. (s. spez. Beschreibung); auch das spurenweise Vorkommen eines Proc. transv. am 1. Brustwirbel ist unbeeinflußt von dem Prozesse; ebenso der Proc. articularis am 6. oder 7. Cervicalwirbel (s. spez. Beschreibung). Bloß bei Ex. VIII (S. 619), dem einzigen Ex., welches beiderseits ein For. intravert. am

---

[1] Menschliche Fälle, bei welchen der 7. Halswirbel Charaktere des 1. Brustwirbels annimmt, finden sich viele in der Literatur. Diese Fälle einer Halsrippe weisen oft nur 11 Brustrippen auf. Gruber (1869) sagt hierüber S. 27: »die Halsrippen kommen in der Regel mit 12, ausnahmsweise bestimmt mit 11 Brustrippen vor«. Für Fälle mit Halsrippen s. Gruber (1869), Pilling (1894), Adolphi (1905) u. a. Welcker teilt einen schönen Fall mit (1878, S. 292); für denselben kann die folgende Formel aufgestellt werden:

1—6 *cv* 7 *dcv* 8—18 *d* 19 *dl* 20—23 *l* 24 *ls* 25—28 *s* 29 *s cd* 30—33 *cd*

Dann stellt Welcker auch für *Bradypus* und *Choloepus* eine übereinstimmende Verschiebung der Regionen fest. Bolk (1900): der 7. Wirbel trägt Rippen, welche vollständig mit 1. Brustrippen übereinstimmen (für die Deutung Bolks vgl. S. 544).

Fischel (1906, Fig. 1 und 3). Fischel (S. 479—496) fand bei seinen 23 Fällen S. 494) immer die 12. Rippe (S. 495). Einmal fand er acht sternale Rippen (Fig. 5) und einmal sechs: »eine Beziehung zwischen Halsrippen und Varietäten der Wirbelzahl konnte nicht konstatiert werden« (S. 496). Topinard (1877, S. 608): Drei Beobachtungen mit 12 Paaren Brustrippen und zwei mit nur 11 und 6 Lumbalwirbeln. Turner (1869, S. 130, 133), Bateson (1894, S. 111) 2 Fälle. Lane (1885, S. 273), Dwight (1901, S. 290, Nr. 267 und 1906, S. 97, 4 Fälle), Ancel et Sencert (1902, S. 239), Lebouco (1895, Halsrippe und 12 Dorsalwirbel).

7. Cervicalwirbel hat, sind die andern Unterschiede im gleichen Sinne proximalwärts verlegt: dem 7. Cervicalwirbel fehlt beiderseits das For. transv. und derselbe hat beiderseits ein For. intravertebrale, am 2. Dorsalwirbel finden sich die ersten Proc. mamill. und am 5. Cervicalwirbel die ersten Proc. artic. inf.

Fasse ich die Befunde an den Dorsalwirbeln und letzten Cervicalwirbeln zusammen, so schließe ich, daß auch diese Wirbel unter dem Einfluß der Umbildung stehen, welche für die andern Regionen schon festgestellt ist; der Prozeß der Umbildung, der an den Sacralwirbeln sehr merkbare, große Unterschiede hervortreten läßt, klingt proximalwärts allmählich aus und läßt an den Cervicalwirbeln nur noch undeutliche und wenig hervortretende Differenzen erkennen. Wir kommen also zu der folgenden Zusammenstellung der Ergebnisse der Vergleichung:

I. Die Befunde an den Caudalwirbeln:
   1. das Verbundensein des Proc. lat. des 1. Caudalwirbels mit dem letzten Sacralwirbel,
   2. das erste Auftreten und die größte Ausbildung der Hämapophysen,
   3. die verschiedene Zahl der Schwanzwirbel,

II. Die Befunde an den Sacralwirbeln:
   1. die Umformung des letzten Sacralwirbels zum 1. Caudalwirbel,
   2. Die Articulation der Proc. mamill. mit dem Darmbeine,
   3. das Verhalten der Proc. spinosi,
   4. die Verschiebung des Promontorium um einen Wirbel,

III. Die Befunde an den Lendenwirbeln:
   1. das Auftreten eines Proc. lat. am letzten Lumbalwirbel und die schließliche Umformung desselben zum 1. Sacralwirbel,
   2. das Verhalten der Proc. lat. an den verschiedenen Lendenwirbeln,

IV. Die Befunde an den Dorsalwirbeln:
   1. die Rückbildung der letzten Rippe,
   2. das Auftreten eines Proc. transv. am letzten Dorsalwirbel,
   3. die Verkürzung der drittletzten (14.) Rippe und ihre Loslösung vom Rippenbogen,

4. das Freiwerden der 6. Rippe vom Sternum, indem zuerst a) bloß eine Rippe an das Manubrium tritt und fünf sich an die andern Teile ansetzen und dann b) die 6. Rippe frei wird,
5. die mangelhafte Entfaltung der 1. Rippe und zugleich die unvollständige Ausbildung des For. intravert. am 1. Dorsalwirbel,

V. Die Befunde an den Cervicalwirbeln:

1. Das Fehlen des For. transv. am 7. Cervicalwirbel und
2. das Auftreten eines mehr oder weniger vollständig ausgebildeten For. intravert.,

alle diese Befunde stehen miteinander im Zusammenhang und sind demnach zu deuten als unter dem Einfluß einen einziger Ursache geschehend; sie bilden einen einheitlichen Vorgang, sie sind ein durchgreifender Prozeß. Indem die größten Veränderungen in der Sacralgegend vorkommen, und indem die Formen mit der größten Rippenzahl und der größten Zahl von präsacralen Wirbeln an die verwandten, primitiveren Formen (*Ornithorhynchus*) erinnern, sind schließlich die Befunde zu deuten als der Ausdruck eines proximalwärts gerichteten Umformungsprozesses, welcher in der Sacralgegend einsetzt, auf die ganze Wirbelsäule einwirkt und, allmählich ausausklingend, in der Halsgegend endet.

Um alle dabei vorkommenden Varietäten deuten zu können, sind zwei Hilfsannahmen nötig, 1) daß am rudimentären Schwanzende die größere Variabilität rudimentärer Teile sich außerdem noch äußert und 2) daß an der Brust-Halsgrenze, wo der Umformungsprozeß ausklingt, die letzten Reste der Erscheinungen desselben nicht mehr so regelmäßig auftreten.

Die Untersuchung der vorliegenden Skelete erwachsener Exemplare konnte die Frage nach der Richtung des Umformungsprozesses nicht entscheiden: die Befunde lassen m. E. die Annahme eines proximalwärts gerichteten Prozesses, aber auch die Annahme eines distalwärts gerichteten Prozesses und schließlich auch die Annahme eines Zusammenwirkens dieser beiden Prozesse, von welchen der eine die Fälle mit einer Verminderung, der andre diejenigen mit einer Vermehrung der Zahl der präsacralen Wirbel erklären kann, zu. Rosenberg (1896) sucht bei seinem Material von *Myrmecophaga jubata* nach Merkmalen, welche für sich die Richtung des Prozesses erkennbar machen. Die distalwärts fortschreitende feinere Ausbildung

der Gelenke zwischen den Proc. articulares der letzten Dorsal- und der Lumbalwirbel hält er für ein solches Merkmal. Rosenberg nennt die einfachere Ausbildung (S. 334) der Dorsalwirbel die primitivere; die höhere Ausbildung des letzten Lumbalwirbels ist der Beweis dafür, daß dieser gegenüber proximalwärts gelegenen älter ist, und es spricht dies also für einen proximalwärts gerichteten Umbildungsprozeß (S. 327—335). Diese Auffassung, die gewiß vieles für sich hat, gibt doch nicht immer volle Sicherheit: die distalwärts fortschreitende feinere Ausbildung der letzten Dorsalwirbel und der Lumbalwirbel kann auch als die Folge der Funktion der Lendenwirbelregion, der größeren Beweglichkeit dieses Abschnittes der Säule gegenüber dem Rückenteil gedacht werden. Also nicht das Moment der Umformung in der Zeit, sondern infolge der größeren Inanspruchnahme würde dann gelten. Bei *Echidna* ist die feinere Ausbildung vorhanden, jedoch nicht in der Form der komplizierten Bildungen wie bei *Myrmecophaga*, sondern in der Form der Vergrößerung und Verbesserung der gewöhnlichen Verhältnisse. Bei den letzten Lendenwirbeln articulieren die lateralen Flächen der Proc. art. inf. mit den medialen Flächen der Proc. art. sup. und zugleich die vordere Fläche des distalen Endes der Bogen mit den hinteren Flächen des proximalen Endes der Bogen. Auch die distalwärts fortschreitende feinere Ausbildung der Gelenke zwischen den Proc. articulares läßt also m. E. die Annahme beider Umformungsprozesse zu.

Auch die Erscheinung des doppelten Promontoriums (S. 326) läßt beide Deutungen zu. Wie aus der Beschreibung meiner Fälle hervorgeht, sind in allen vier Fällen (Ex. IV—VII), welche ein in der Umbildung begriffenes Sacrum aufweisen, alle drei Proc. spinosi der Sacralwirbel frei. Außerdem ist es, wie mir scheint — dies in bezug auf die Befunde Rosenbergs bei *Myrmecophaga* —, der Deutung nicht so unzugänglich, daß das Promontorium mit der Rückbildung beginnt und daß die Loslösung der Proc. spin. folgt, wie dies für einen distalwärts gerichteten Prozeß in den Fällen Rosenbergs nötig ist.

Es ist gewiß richtig, daß die beiden von Rosenberg hervorgehobenen Bildungen leichter verständlich werden, wenn man einen proximalwärts gerichteten Umformungsprozeß annimmt, für sich beweisend dafür sind dieselben m. E. nicht.

Paterson (1893) kommt in einer ausführlichen Arbeit[1] zu dem

[1] Eine Besprechung dieser Arbeit findet sich bei Rosenberg (1896, S. 313—345). Die Deutung Patersons reicht nicht aus für alle Erscheinungen der Umformung.

folgenden Schluß (S. 169, vgl. auch S. 136, 139, 162, 167, 168): »Increase of the total number of bones (der Wirbelsäule) is more common than diminution. Increase in the prae-sacral, sacral or coccygeal regions separately is more common than diminution.« »All these points together have an important significance with respect to Rosenberg's views. They lend these views no support, and indicate the existence of a tendency rather towards augmentation than towards reduction in the length of the vertebral column — and at least an equal tendency towards increase and towards diminution of the prae-sacral regio.« Und (S. 168): »Cases of absolute reduction in the number of prae-sacral vertebrae, associated with an increase in the number of sacral vertebrae, imply a forward shifting of the ilium; cases of increase of the prae-sacral region, associated with an additional lumbar vertebra, imply a backward shifting of the ilium.« Für die Deutung dieser beiden Vorgänge nimmt Paterson dann »separate forces« an (S. 139). Es ist klar, und Prof. Cunningham (1898, S. 8) hat dies bereits betont, daß diese Befunde gar nicht gegen die Ansicht Rosenbergs sprechen. Der proximalwärts gerichtete Umformungsprozeß erklärt beide. Daß die Fälle der Vermehrung der präsacralen Wirbel nicht gleich häufig sind wie diejenigen der Verminderung, ist für den Rosenbergschen Gedankengang nicht schwierig. Es ist eine bei der vergleichend-anatomischen Deutung gebräuchliche Annahme, daß man seltener vorkommende Varietäten zu sehr weit zurückliegenden Formen, bezw. auf ferne Zukunft hinweisenden, in Bezug bringt, öfters vorkommende mit näher verwandten Formen, bezw. mit in nächster Zukunft normal werdenden vergleicht.

Wenn man, auf vergleichend-anatomische Befunde sich stützend, für die Annahme eines proximalwärts gerichteten Umformungsprozesses bei *Myrmecophaga*, *Echidna* und andern Säugetieren sich entschließt, dann scheint es mir, daß man Claus (1876) beistimmen darf, wenn er sich bei Urodelen nach ausführlichen Untersuchungen für die Annahme eines distalwärts gerichteten Umformungsprozesses entscheidet. Die Tatsache des Vorkommens einer fossilen Salamander-Art mit 14 präsacralen Wirbeln (S. 809), während die Zahl bei *Salamandra maculata* zwischen 15 und 17 schwankt, wiegt für diesen Schluß schwer; das gleiche gilt für *Triton* (S. 810).

Schließlich habe ich, Dwight (1887), Angel et Sencert (02) u. a. folgend, Messungen der Wirbel ausgeführt, um die Frage beurteilen zu können, ob vielleicht als Ausgleich für die kleinere Wirbelzahl

Ta-

Nr.	2—7 (6)	8—21[1] (14)	22—31 (10)	32— (41—43)	22[2]	23	24
XIII	6,1	10,8	10,5	5,5 + ?	0,7; 0,3 +	0,7; 0,3	0,8; 0,25
XII	6,0	12,9	11,2	8,0	0,8 —; 0,25	0,8 +; 0,3 +	0,8; 0,35
X	6,1	11,7	10,25	7,15	0,7; 0,3 +	0,8; 0,25	0,85; 0,2 —
VIII	6,0	11,6	10,8	8,0	0,75; 0,3 —	0,75; 0,3 +	0,85; 0,3
VII	5,3	10,9	9,5	5,2 + ?	0,7 +; 0,15	0,7 +; 0,2	0,85; 0,2
V	5,3	10,6	9,7	8,2			(Nicht ausgewach-
IV	x	11,4	10,6	8,8	0,65; 0,25	0,74; 0,25	0,8; 0,2
III	5,4	11,25	10,5	8,15	0,75; 0,25	0,8 —; 0,25	0,8; 0,2
II	5,6	11,4	10,6	8,6	0,7; 0,2 +	0,8; 0,2 +	0,9; 0,2 +
I	5,8	11,8	9,4	9,0	0,65; 0,3 —	0,8 —; 0,3 —	0,8; 0,3 —

eine Vergrößerung der Höhe der einzelnen Wirbel, eine »compensation numérique« (Tenchini) stattfindet; also eine Frage der Anpassung[3].

Die Länge des präsacralen Abschnittes der Säule ist im Ex. I[4] (27 Wirbel) 24,2 cm, im Ex. II 23,8, im Ex. III 23,2 und des Ex. XIII (26 Wirbel) 22,45 cm, im Ex. XII 23,8, im Ex. X 23,4, im Ex. VIII 23,4. Ich unterlasse es, aus diesen Zahlen einen Schluß zu ziehen; die Anzahl der Fälle ist zu klein.

III. Theorie.

Die im vorigen gegebene Darstellung schließt sich eng den Auffassungen Rosenbergs an; Deutungen Anderer, namentlich in bezug auf menschliche Varietäten, sind hier gegenüber den Befunden bei *Echidna* zu prüfen.

Die Widerlegung der Rosenbergschen Theorie, welche Bardeen (1905), insofern sich dieselbe auf entwicklungsgeschichtliche Befunde

[1] Oberrand des Körpers des 8. — Unterrand der Intervertebralscheibe des 21. Wirbels (14 *d*).

[2] Der 22.—31. Wirbel, jeder für sich gemessen, die erste Ziffer gibt die Höhe des Wirbelkörpers in der Medianlinie an, die zweite Ziffer die Höhe der Intervertebralscheibe.

[3] Ähnliche kompensatorische Umbildungen sind von Ruge (1892, S. 164) für den Pleurasack bei den Primaten untersucht worden. Vgl. auch Papillault (1898, S. 208): »C'est bien la variation numérique qui est le fait primordial dans cette série de phénomènes«. Die compensation numérique ist etwas Sekundäres, eine Anpassung.

[4] Diese Ziffern sind aus der Tabelle berechnet.

belle IV.

25	26	27	28	29	30	31
0,8; 0,4 −	0,85; 0,45	0,95	0,85	0,85; 0,35	0,6; 0,5 −	0,7; 0,4
0,8 +; 0,5 −	0,85; 0,45	0,9 +	1,0 −	0,8 +; 0,15	1; 0,4	0,8 −; 0,35
0,85; 0,3 +	0,85; 0,5	0,85	0,9	0,85; 0,15	0,85; 0,25	0,7; 0,3 +
0,85; 0,4	0,85; 0,45	1,05	1,0 +	0,85; 0,1 +	0,85; 0,25	0,7; 0,5
0,85; 0,3	0,8; 0,4	1 −	0,9	0,8; 0,1 −	0,75; 0,15	0,7; 0,2
senes Tier, vgl. Fig. 5. Nähte zwischen Os sacr. und Os ileum.						
0,8 +; 0,3	0,85; 0,35	0,85; 0,15	1,0	1,0	0,82; 0,3	0,8; 0,3
0,85; 0,25 +	0,85; 0,35	0,85; 0,4 −	0,9	0,9	0,8; 0,25	0,7; 0,25
0,9; 0,25	0,9; 0,35	0,9; 0,4	0,95	0,9	0,8 −; 0,2	0,7; 0,25
0,8; 0,3	0,8 +; 0,4	0,8; 0,45	0,85	0,9	0,85; 0,2	0,75; 0,2

stützt, glaubt gegeben zu haben, wird im 2. Teil dieser Arbeit zu beurteilen sein. Es sei hier nur hervorgehoben, daß ich den Standpunkt Rosenbergs (1906) gegenüber Bardeens Ausführungen für den richtigen halte, daher auch Dwight (1906, S. 34) und Fischel (1906, S. 561) nicht beistimmen kann.

Die Auffassung v. Jherings (1878) von der Inter- und Excalation findet in den Verhältnissen bei *Echidna* keine Stütze. Hier zeigt es sich wieder, daß es für unsre Frage nötig ist, eine möglichst große Reihe von Skeleten zu untersuchen: würde man nur die extremen Formen (I—III) und (XII—XIII) kennen, so könnte man geneigt sein, den Unterschied bei den präsacralen Abschnitten von genau einem Wirbel als die Folge der Inter- oder Excalation zu deuten; die ganz allmähliche Abstufung der zwischenliegenden Formen schließt diese Auffassung aus.

Die an Reptilien gemachten Beobachtungen, welche Baur (1891, S. 333), Albrecht[1] und Bateson (1895) als Beispiele der Intercalation

[1] Der Fall Albrechts ist von Fürbringer (1888, S. 975) näher besprochen. Er weist auf die Unregelmäßigkeiten dieses Skelets hin und schreibt: »Nach Besichtigung derselben (d. h. der Abbildungen) vermag ich mich nicht der Ansicht zu entschlagen, daß es sich hier doch um einen Wirbel handelt, dessen rechte Seite infolge eines pathologischen Prozesses zur Rückbildung kam, aber nicht um einen supernumerären interpolirten Halbwirbel.« Rosenberg (1896) stimmt dieser Auffassung bei.

Über die Möglichkeit der Segmentvermehrungen durch Teilungen der Ursegmente sagt Fürbringer: »gegen die Möglichkeit einer Interpolation habe ich nichts einzuwenden, aber bei dem völligen Mangel irgendwelches sie stützenden Argumentes konnte ich ihr nur eine rein theoretische oder begriffliche

anführen, sind als vereinzelte Fälle einer Vermehrung der Segmente durch Spaltung anzusehen; eine Stütze für die v. Jhering'sche Theorie der Intercalation, welche die Erklärung einer allgemein vorkommenden Erscheinung sein sollte, bilden dieselben nicht.

Die Angaben Claus' zeigen, daß bei Amphibien eine Umbildung stattfindet (1876, S. 807). Einige andre Beobachtungen, welche Baur (1891, S. 334) als Fälle der Intercalation deutet, möchte ich nicht als solche auffassen: die Umbildung kann schließlich so weit gehen, daß der sonst letzte Sacralwirbel völlig die Charaktere des 1. Caudalwirbels erhält; um dann eine Umbildung annehmen zu können, braucht man nur Zwischenformen nachzuweisen, wie z. B. Claus es für die Amphibien getan hat. Einige Fälle, welche als menschliche Beispiele der Intercalation (Rokitansky [1839], Reid [1881], Turner [1880], Goodhart [1874], Grimme [1904, N. 3524, S. 37]) gedeutet werden könnten, nähern sich mehr den Mißbildungen. Für diese Fälle stimme ich Keith (1903, S. 39) bei, wenn er sagt: »It is certainly true, that unilateral division of a segment occurs; it is possible, that the division may be occasionally bilateral, but such a division is comparable to the abnormal process of dichotomy that produces in the embryo a double digit or a true monster.«

Statt der Bezeichnung Inter- und Excalation gebrauchen neuere Autoren den Namen abnorme Segmentierung; z. B. Dwight[1] (1901, S. 307): »irregular segmentation is much the same as inter- and excalation«, usw. Nachdem er einen Fall mit einer wohlausgebildeten Halsrippe und 11 Brustrippen beschrieben hat, fügt er hinzu (S. 293): »It does not seem to me plausible that an excessive progress of the ilium should have been accompanied by modifications that reproduce so nearly perfectly normal conditions. There is an error of the original segmentation.« Gerade die Möglichkeit, eine Reihe von Zwischenformen aufzustellen, wie es hier für

---

Bedeutung, aber keine Wahrscheinlichkeit zuerkennen. Anders mußte die Sachlage natürlich werden, wenn ein wirklicher Fall von Interpolation nachgewiesen wurde.« Die Fälle Bateson's und Baur's sind m. E. als solche aufzufassen.

[1] Vgl. auch Fischel (1906), S. 560: »die abnorme Segmentierung — in dem Sinne, daß einzelnen Regionen der Wirbelsäule von vornherein eine abnorme Zahl von Segmenten zugewiesen wird«, und S. 561 »trotz normaler Differenzierung der post-thoracalen Region kann z. B. das Brustsegment selbst abnorm zusammengesetzt sein«.

Echidna geschehen ist, macht die Annahme der Umbildung sehr plausibel[1].

Die Deutung Welckers (1878 und 1881), welche zugleich eine Widerlegung der Rosenbergschen Ansicht sein sollte, kann ich mit Fischel (1906) nicht als solche auffassen. Die abweichende Formulierung des Begriffes Homologie, welche Welcker gibt (S. 313, 314, 1878) hat zur Folge, daß seine Deutung neben der von Rosenberg gegebenen, nicht ihr gegenüber steht. Eine »noniusartige Ausgleichung der Charaktere« (1878, S. 292) ist anzuerkennen; gewiß wird ein präsacraler Abschnitt von 27 Wirbeln seinen »Charakteren« (d. h. doch also wohl seiner allgemeinen Leistung) nach übereinstimmen mit einem präsacralen Abschnitt von 26 Wirbeln[2]. Rosenberg untersucht jedoch den Prozeß, welcher bewirkt, daß das eine Mal 27, das andre Mal 26 präsacrale Wirbel sich finden. Wenn Welcker meint, daß der Begriff homolog nach Rosenberg »nichts weiter bedeuten soll, als ‚gleichnumeriert'« (1878, S. 314), so ist dazu zu bemerken, daß diese Bezeichnung zugleich der Auffassung der allmählichen Umbildung eines Wirbels Ausdruck verleihen soll. Es ist gewiß sehr zu bedauern, daß nicht eine ausführliche Arbeit über das schöne Material, welches Welcker zur Verfügung stand, vorliegt. Die kurzen Beschreibungen und die Abbildungen machen es jedoch wahrscheinlich, daß Welckers Fälle auch auf Grundlage der Rosenbergschen Theorie ihre Erklärung finden können. Die Einteilung Welckers der Formen der Wirbelsäule in eine primitive Form mit 26 präsacralen Wirbeln, in Formen, in welchen Wirbel »abgelegt« sind — lipospondyle Tiere — und in Formen mit Vermehrung der Wirbel — auxispondyle Tiere — (1881, S. 179) reicht, wie Rosenberg (1896, S. 341—343) nachwies, nicht aus, um die bestehenden Varietäten zu deuten.

Welcker hat auch noch versucht, die Unhaltbarkeit der Rosenbergschen Auffassung darzulegen, indem er derselben eine

---

[1] Von Ancel und Sencert (1902) ist die Auffassung Dwights schon kritisiert worden. In einem späteren Aufsatz (1906, S. 39) äußert Dwight sich dann in folgender Weise: »Under these circumstances it does not seem absurd to call such a variation the effect of an error in segmentation, meaning thereby that a larger (or smaller) number of vertebrae develop ribs independently of the position of the ilium.«

[2] In den Arbeiten der letzten Jahre (Dwight [1901], Rosenberg [1899], Fischel [1906] u. a.) ist untersucht, ob in einem einen Wirbel weniger enthaltenden präsacralen Abschnitte eine größere Höhe der einzelnen Wirbel sich finde als Ausgleich für die Verminderung der Zahl.

möglichst weitgehende Bedeutung beilegte (1878, S. 313, 1881, S. 177). Gewiß ist der Zusammenhang der Säugetierformen in bezug auf die Wirbelsäule — ebenso wie in bezug auf alle andern Teile des Körpers — nicht ein solcher, daß sie eine ununterbrochene Reihe bilden, die mit der die größte Zahl präsacraler Wirbel aufweisenden Form beginnt und mit der die kleinste Zahl derselben aufweisenden Form endet. Unsre jetzigen Kenntnisse genügen noch nicht, um die Frage zu verallgemeinern. Wenn man jedoch verwandte Formen ins Auge faßt — wie hier *Echidna* und *Ornithorhynchus* —, dann ist die Rosenbergsche Theorie durchaus imstande, die verschiedenen Varietäten im Zusammenhang zu deuten[1].

Schließlich sei noch einiger Veröffentlichungen aus den letzten Jahren, welche Einwände gegen die Rosenbergsche Auffassung enthalten, kurz Erwähnung getan, und damit sei auch zugleich auf die Besonderheiten der Rosenbergschen Theorie, wie sie in den Arbeiten 1875, 81, 83, 96, 99, 06 niedergelegt sind, ganz kurz[2] eingegangen.

Rosenberg vertritt die Anschauung (1899, S. 95), »daß eine jede der mannigfachen Formen der Wirbelsäule im Hinblick auf die an ihr bestehende Gliederung in Regionen anzusehen ist als das Resultat der Wirksamkeit zweier Hauptfaktoren, die gleichzeitig und in gewissem Sinne auch gleichartig, aber dennoch in entgegengesetzter Richtung auf die Wirbelsäule einwirken. Diese Faktoren sind die beiden Umformungsprozesse, von denen der am kleineren, proximalen Abschnitt der Wirbelsäule wirksame distalwärts gerichtet ist, während der an dem größeren, distalen Abschnitt der Gesamtwirbelsäule zum Ausdruck kommende proximalwärts fortschreitet«.

»Der distalwärts fortschreitende Umformungsprozeß hat die Cervicalregion in die Erscheinung treten lassen.«

»Der proximalwärts fortschreitende Umformungsprozeß beherrscht alle distalwärts von der Dorsalregion liegenden Abschnitte der Wirbelsäule; er dehnt sich auch auf die Rippen aus, die am Rippenbogen beteiligt sind, so wie auf den distalen Abschnitt des Sternum mit den ihm anhaftenden Rippen. Das Sternum und die mit ihm verbundenen Rippen sind das Gebiet, auf welchem die Wirkungsbezirke beider Umformungsprozesse einander nahe berühren, während

[1] Rosenberg äußert sich in betreff dieses Punktes sehr vorsichtig (vgl. 1896, S. 291, 292; »Wirbelsäulen, die miteinander zu vergleichen sind«).

[2] In seiner letzten Veröffentlichung über diesen Gegenstand (1906) stellt Rosenberg in Aussicht (S. 609), daß er die gegnerischen Ansichten an der Hand neuer Beobachtungen noch besprechen wird.

eine Anzahl von Wirbeln, die der Dorsalregion angehören, ein Terrain bildet, durch welches die Wirkungsbezirke beider Prozesse noch geschieden sind. Dieses Terrain ist der relativ primitivste Teil des Gesamtorganismus.«

Nach der Beschreibung einer Wirbelsäule mit einer Halsrippe, 14 Brustrippen (8.—21.) und 26 präsacralen Wirbeln heißt es (1899, S. 76), »daß alle erörterten Befunde, weil sie sämtlich ein primitives Verhalten dokumentieren und an einem und demselben Objekte beobachtet werden konnten, sich darstellen als zueinander gehörige Züge des Gesamtbildes einer menschlichen Wirbelsäule von sehr primitivem Gepräge«.

Holl (1882), Dwight (1891 und 1906), Ancel et Sencert (1902) und Fischel (1906, S. 555) heben nun hervor, daß sich Wirbelsäulen finden, welche zugleich progressive und regressive Merkmale zeigen. Rosenberg (1899, S. 94—99) hat auch auf diese verschiedenen Kombinationen hingewiesen; er hat dieselben konstatiert, aber die Schwierigkeiten, welche dieselben für seine Theorie bilden, nicht besprochen.

Was nun diese verschiedenen Kombinationen betrifft, so stehen einige zu der Annahme eines durchgreifenden Prozesses nicht im Widerspruch. So führt z. B. Fischel (1906, S. 555) als Beispiel eine Säule mit 24 präsacralen Wirbeln an: 7 *cv* — 13 *d* — 4 *l* — 6 *s* (N. 90 Tab. 14). Vergleichen wir mit dieser Säule: 7 *cv* — 13 *d* — 4 *l* — *ls* — (26.—?) *s* (N. 48, Tab. 6), dann ist es nicht schwer, beide im Sinne Rosenbergs durch die Annahme eines proximalwärts gerichteten Umformungsprozesses zu deuten: Im 2. Falle ist der 25. Wirbel der Reihe lumbo-sacraler Natur; am 20. Wirbel finden sich noch Rippen; im 1. Falle ist der 25. Wirbel Sacralwirbel, der 30. ist jedoch noch nicht Caudalwirbel, der 20. enthält noch Rippen; inwiefern diese Rippen Zeichen der Reduktion zeigen, ist nicht weiter zu verfolgen, weil diesbezüglich keine Angaben vorliegen. Die hier gegebene Deutung ist durch die erlaubte Hilfsannahme möglich, daß die Umbildung an den verschiedenen Regionen nicht ganz gleichmäßig stattfindet. Eine Schwierigkeit gegenüber der Rosenbergschen Theorie liegt nicht vor; ich würde sie erst anerkennen, wenn sich öfters Fälle mit 13 Dorsalrippen (8.—20. der Reihe) und zugleich mit nur 23 präsacralen Wirbeln darböten. Derartige Fälle fand ich bisher noch nicht in der Literatur[1].

[1] Hier muß ein von Gegenbaur (1874, S. 440) beschriebener Fall Erwäh-

Eine andre Gruppe von Varietäten wird von Fischel dann auch als »besonders widerspruchsvoll« bezeichnet: »jene Objekte, welche 23 präsacrale Wirbel, davon 11 rippentragende, gleichzeitig aber auch Halsrippen besitzen«. Diese Fälle (vgl. S. 632 Anm.) und diejenigen, welche eine 13. Rippe zugleich mit einer rudimentären 1. Rippe (S. 630 Anm.) besitzen, bieten auch m. E. auf den ersten Anblick eine Schwierigkeit für die Rosenbergsche Theorie dar; jedoch stehen sie mit der Grundlage derselben im Einklang und sind durch weiteren Ausbau der Theorie mit ihr in Übereinstimmung zu bringen.

Daß die beiden Umformungsprozesse (S. 641—642) sich nur selten decken, ist schon oft aufgefallen.

Adolphi (1905) stellt anschließend an eigene und in der Literatur enthaltene Beobachtungen (vgl. S. 630 Anm. 2) die Hypothese auf (S. 80), daß zwei Umformungsprozesse im Sinne Rosenbergs wirken, daß jedoch »die individuellen Variationen dem allgemeinen Verlaufe des Phänomens gegenüber nur den Charakter von Oscillationen um die jeweilige Norm als Mittellage haben, wobei die Tendenz besteht, daß die Oscillationen an allen Regionsgrenzen die gleiche Richtung einhalten«.

Durch diese Hypothese Adolphis werden die seltenen Fälle des Zusammentreffens von Halsrippen und überzähligen Dorsalrippen (Fall Rosenberg 1899[1]) nicht erklärt; außerdem verläßt diese Hypo-

---

nung finden. Er findet den 5. Lumbalwirbel als lumbo-sacralen Übergangswirbel und am 1. Lendenwirbel beiderseits »den ganzen, einem Brustwirbelquerfortsatz entsprechenden Abschnitt als ein bewegliches Knorpelstück«, welches »durch ein wahres Gelenk articulierte«. Wenn diese Stücke als rudimentäre Rippen zu deuten wären, würde hier ein Fall »primitiver« Verhältnisse zugleich mit »progressiven« vorliegen, »Ahnenform« und »Zukunftsform« in einem. Vergleicht man jedoch diesen Fall mit einem von Holl mitgeteilten (1882, S. 225, III): »die Epiphyses transv. sind auch am 19. Vert. beiderseits und am 18. rechts durch Gelenke verbundene kurze Knochenstäbchen, hinter den vorhandenen Rippen liegend.« »Auf den ersten Anblick glaubt man zwei hintereinander liegende Rippen vor sich zu haben« (S. 199), dann muß man die Möglichkeit zulassen, daß im Falle Gegenbaurs auch wirklich ein Querfortsatz articuliert. Die Auffassung Holls, daß größere Rippenbildungen an Brust- und Lendenwirbeln bloß Epiphyses transv. sein würden, ist von Paterson (1893, S. 124) und Rosenberg (1899) schon zur Genüge zurückgewiesen worden. Die Möglichkeit der freien Articulation einer stark ausgebildeten Querfortsatzepiphyse wird auch von Goodhart (1874, S. 15) und für die Halswirbelregion von Gruber (1869, S. 28) angegeben (vgl. auch Flower [1888, S. 22, Zus. 2]).

[1] Einen andern derartigen Fall bespricht Rosenberg (1899, S. 89 u. ff.). Zu dieser Gruppe gehört auch der Fall Leboucqs (1895, Nr. 3): Halsrippe und 18 thoraco-lumbale Wirbel.

these, welche eine individuelle Varietät nicht als vergleichend-anatomisch verwertbar erachtet, ganz und gar den Boden der vergleichend-anatomischen Deutung.

Tschuguxow (referiert bei Adolphi 1905, S. 81) nimmt an, daß ein proximalwärts gerichteter Umformungsprozeß stattfindet, so daß die Zukunftsform 6 Halswirbel besitzen werde und die Ahnenform deren 8 gehabt haben soll. Diese Annahme stimmt, wie Adolphi angibt, nicht mit vergleichend-anatomischen Befunden überein.

Eine ganz andre Deutung für Fälle mit einer Halsrippe und nur 11 Brustrippen wird von Bolk (1900, 1906) gegeben. Auf Grund 1) eines Falles (1901), wo sich am 7. Wirbel eine Rippe fand, welche vollständig die Charaktere einer 1. Brustrippe hatte, auf welchen Wirbel nur 11 Brustrippen folgten, und zwei andre Fälle mit einer Halsrippe und 11 Brustrippen und 2) auf Grund der Untersuchung von Varietäten des Atlas und des 1. Brustsegments (1900 und 1906) stellt Bolk die Hypothese auf, »daß, wenn das normale 1. Halssclerotom vollkommen in den Schädel aufgenommen ist, das sonst 2. und 3. Sclerotom einen normalen Atlas und Epistropheus bilden« (1906, S. 505); vgl. auch die »cranio-vertebrale Grenze ist nicht eine absolut fixierte, sie schwankt um eine Norm, jedoch mit der Tendenz, beim Menschen sich caudalwärts zu verschieben« (S. 506). Gegen die Deutung dieser Rippe als zu einem 7. Wirbel gehörend führt Bolk an, daß die Rippe vollständig mit einer 1. Brustrippe übereinstimmt und daß die Lumbal-, die Sacral- und die Caudalregion normal sind. Wenn man jedoch, wie es tatsächlich möglich ist, eine ganze Reihe von Halsrippen aufstellen kann, vom ersten Anfang bis zur vollständigen Ausbildung (Gruber, Dwight), dann muß man auch das letzte Glied der Reihe: die vollständige Umbildung des letzten Cervicalwirbels in einen 1. Brustwirbel (Fall Bolk) als möglich gelten lassen. Die Vorstellung der Umbildung schließt prinzipiell ein, daß kein Wirbel etwas Festes ist, und so kann auch der 7. Wirbel seine sämtlichen Charaktere als Cervicalwirbel aufgeben und in der Form eines 1. Dorsalwirbels auftreten. Es scheint mir, daß für die Bolksche Auffassung Zwischenformen fehlen. In seinem extremsten Falle (Fig. 2, 1906) der Atlas-Assimilation ist der 2. Wirbel doch ganz wie ein normaler Epistropheus gebildet. Die Varietäten an der Grenze zwischen Kopf und Hals (vgl. z. B. den bei Kollmann [1905, S. 235] zitierten Fall Zojas mit zwei Atlaswirbeln) dürften durch das Auftreten eines postotischen Wirbels (Kollmann) und durch die Assimilation des Atlas am besten er-

klärbar sein[1]. Daß dieser Umbildungsprozeß bis an die Halsbrustgrenze einwirkt, scheint mir nicht der Fall zu sein: das Auftreten einer Halsrippe mit 11 Brustrippen ist auf andre Weise leichter zu deuten (vgl. folgende Seite).

Die Lösung dieser Schwierigkeit für die Rosenbergsche Theorie — nämlich 1) des Auftretens einer Halsrippe in Kombination mit nur 11 Brustrippen oder 2) einer rudimentären 1. Brustrippe in Verband mit einer Gesamtzahl von 13 Brustrippen — ist doch wohl möglich.

Die beiden Prozesse, welche für die Deutung der verschiedenen Varietäten herangezogen sind, decken sich darum nur sehr selten, — wie es namentlich Dwight[2] (1901, S. 307/08) verlangt —, weil sie nicht unter dem Einfluß einer Ursache stehen.

Der proximalwärts fortschreitende Umformungsprozeß bei *Echidna* ist aufgedeckt durch die Vergleichung der Wirbelsäule-Varietäten mit den Verhältnissen bei *Ornithorhynchus*, beim Menschen mit denjenigen bei den Primaten. Der distalwärts fortschreitende Umformungsprozeß wird dagegen begreiflich durch die Verhältnisse bei niederen Wirbeltieren, Reptilien u. a.; dieser zweite Prozeß wirkt also aus einer viel größeren Ferne.

Durch folgendes Beispiel möchte ich diese Verhältnisse verdeutlichen: denkt man sich zwei Pendel, der eine mit einer langen, der andre mit einer kurzen Pendellänge[3], und bringt man beide in Bewegung, dann wird der Ausschlag nach rechts — der mit den regressiven Varietäten verglichen sei — des einen Pendels mit dem gleichgerichteten Ausschlag des zweiten Pendels nur selten zusammentreffen; ebenso werden die Ausschläge der beiden Pendel nach links — welche die progressiven Varietäten vorstellen mögen — nur selten zusammentreffen.

Ist also die Deutung des Auftretens einer rudimentären 1. Brustrippe zugleich mit 13 Brustrippen oder einer Halsrippe zugleich mit nur 11 Brustrippen in der Theorie ermöglicht, dann bleibt, wenn wir die Tatsachen übersehen, doch noch eine Schwierigkeit übrig. Aus den Mitteilungen in der Literatur (S. 630 und 632 Anm.) geht

---

[1] Für die mögliche Ursache der Verwachsungen der Halswirbel vgl. Reche (1905, S. 149) und Fischel (1906, S. 571—578).

[2] Vgl. auch Ancel et Sencert (1902, S. 253).

[3] Der Pendel mit der langen Pendellänge vertritt den distalwärts fortschreitenden, derselbe mit der kurzen den proximalwärts fortschreitenden Umformungsprozeß.

nämlich klar hervor, daß das Zusammentreffen einer 1. rudimentären Rippe mit 13 Brustrippen oder einer Halsrippe mit 11 Brustrippen viel öfter vorkommt als die hier gegebene Deutung zuläßt; es muß hier also noch ein Moment wirksam sein. Dies Moment ist m. E. die Möglichkeit der Bildung von Teilen — welche einem Körperteile für gewöhnlich abgehen, welche jedoch benachbarten Teilen zukommen — unter dem Einflusse der andern topographischen Verhältnisse.

Wir haben schon gesehen, daß bei höher differenzierten Formen von *Echidna* Seitenfortsätze an Lendenwirbeln auftreten, welche bei weniger hochstehenden hier für gewöhnlich keine haben, an welchen diese jedoch bei tiefstehenden Formen vorkommen (S. 626). Ebenso haben wir gesehen, daß bei hochdifferenzierten Formen von *Echidna* an einem Caudalwirbel eine Hämapophyse vorkommt, welche bei niederen Formen der *Echidna* fehlt, und um für die Deutung dieses Vorkommnisses nicht ohne weiteres ein ideelles Moment heranziehen zu müssen, wurde darauf hingewiesen (S. 628), daß bei andern Formen in der Wirbeltierreihe an mehr proximalen Wirbeln Hämapophysen vorkommen. Mit diesen zwei Beispielen übereinstimmend kann nun das Auftreten von Halsrippen zugleich mit nur 11 Brustrippen betrachtet werden: diese Fälle sind progressive Varietäten (11 Brustrippen) und unter dem Einfluß der topographischen Verhältnisse tritt an einem Wirbel, welcher bei tiefstehenden Formen eine Rippe trägt, wieder eine Rippe auf[1].

Ob unter den Fällen mit einer rudimentären 1. Rippe und 13 Rippen im ganzen auch »Zukunftsformen« sind, ist nicht zu entscheiden. Eine sichere Zukunftsform würde der Fall sein, welcher eine rudimentäre 1. Rippe und 11 Rippen im ganzen zeigte. Einen derartigen Fall finde ich jedoch in der Literatur nicht erwähnt. Die Fälle mit einer rudimentären 1. Rippe zugleich mit 13 Rippen im ganzen sind auf gleiche Weise wie die mit einer Halsrippe und 11 Brustrippen zu deuten: der proximalwärts fortschreitende Um-

[1] Wenn weitere Untersuchungen bestätigen, daß bei Wirbelsäulen, welche einen Wirbel weniger enthalten als normal, die Gesamtlänge der Säule doch die Tendenz hat, die gleiche zu bleiben wie die der normalen, dann würden am Thorax also zwei Faktoren der Ausgleichung in Betracht kommen: 1) das Auftreten einer Halsrippe und 2) die größere Höhe der einzelnen Wirbel. Von Angel und Sencert, welche die Erscheinung der 7. Halsrippe unter den genannten Umständen auf »les lois biologiques d'accommodation« (1902, S. 246) zurückführen, ist dies schon hervorgehoben.

formungsprozeß hat noch nicht die 13. Rippe erreicht, und dadurch hat die 1. Rippe nicht ihre volle Ausbildung erhalten. Man kann also diese beiden Erscheinungen wie folgt formulieren: Die zur Zeit allgemeine Form der Wirbelsäule ist die mit 7 Cervical- und 12 Dorsalwirbeln. Wenn eine Form mit 13 Dorsalwirbeln auftritt, kann unter dem Einfluß des normalen Bildungstriebes, der nach einer Form mit 12 Rippen strebt, correlativ die 1. Rippe rudimentär sein. Desgleichen kann, wenn infolge des Umformungsprozesses eine Form mit nur 11 Dorsalwirbeln entsteht, wieder durch den Einfluß des normalen Bildungsdranges eine Halsrippe auftreten.

Auf diese Weise bewahrt die Brust-Bauchhöhle ihren Raum. Wie auch eventuell das gleiche erreicht wird durch eine Höhenzunahme der einzelnen Wirbel oder durch Zunahme des dorso-ventralen Diameters, ist schon erwähnt (S. 637).

Die vielen Varietäten der Wirbelsäule haben hiermit bei den Säugetieren (vgl. S. 639) eine Deutung erhalten. Die Prüfung ihrer weiteren Leistungsfähigkeit muß zukünftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

IV. Zusammenfassung.

Die Varietäten der Wirbelsäule sind nicht Varietäten ohne weiteres, d. h. solche, in welche kein andrer Zusammenhang als eben derjenige der Variabilität — d. h. also der Möglichkeit der Einordnung in eine QUETELETsche Wahrscheinlichkeitskurve — zu bringen ist, sondern sie lassen einen Zusammenhang erkennen, welcher auf folgende Weise verständlich gemacht wird:

Zwei Prozesse üben ihren Einfluß auf die Wirbelsäule mehrerer Formen der Säugetiere aus:

1) Ein proximalwärts gerichteter Umformungsprozeß, welcher am distalen Abschnitt einsetzt und bis zu der Hals-Brustgrenze seine Wirkung ausübt.

2) Ein distalwärts gerichteter Umformungsprozeß, welcher auf die Halswirbelsäule einwirkt.

Der erste Prozeß ist der ausgedehntere und veranlaßt viel öfter das Auftreten von Varietäten als der zweite.

Halsrippen können 1) als direkte atavistische Bildungen als Ausdruck des zweiten Prozesses auftreten. Dieselben können dann zusammentreffen mit dem Vorhandensein einer größeren Zahl von Brustrippen als normal; notwendig ist dies jedoch nicht, 2) können

Halsrippen auftreten, veranlaßt durch die andern topographischen Verhältnisse (11 Brustrippen, wo normal deren 12 vorhanden sind), welche eine Folge der weitgehenden Einwirkung des ersten Prozesses sind. Für die Möglichkeit des Auftretens von Halsrippen dieser 2. Gruppe sind auch die verwandtschaftlichen Beziehungen (Reptilien-Säugetiere) maßgebend.

Eine Scheidung der Fälle, welche eine Halsrippe zugleich mit 11 Brustrippen haben, nach den zwei dieselben veranlassenden Faktoren ist nicht möglich. Aus der Tatsache, daß Fälle, bei welchen eine Halsrippe zugleich mit 11 Brustrippen vorkommt, oft beobachtet sind, ist aber ersichtlich, daß der 2. der genannten Faktoren die meisten Fälle von Halsrippen verursacht.

Wenn zum Schluß anerkannt wird, daß unter den vielen beschriebenen menschlichen Varietäten der Wirbelsäule sich wohl auch einige finden mögen, welche als wirkliche Defektbildungen aufzufassen sind, d. h. also, daß hier die Abweichung nicht im Zusammenhang mit allgemeinen Verhältnissen zu bringen ist, so heißt das, daß in der Natur — neben dem großen Gebiete, wo die Gesetzmäßigkeit herrscht — auch ein kleiner Spielraum für die Willkür gelassen ist.

Die elf Rohskelete entstammen der Ausbeute des Herrn Prof. Dr. R. Semon von seiner australischen Forschungsreise. Für die freundliche Überlassung dieses schönen Materials bin ich Herrn Geh. Rat Prof. Fürbringer und Prof. Semon zu großem Dank verpflichtet.

Heidelberg, 10. Juli 1908.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1899. H. Adolphi, Über die Wirbelsäule und den Brustkorb zweier Hunde. Morphol. Jahrbuch. Bd. XXVII. S. 299—308. 1 Figur.

1902. —— Über ein Hundeskelett mit sogenannten »Halsrippen« bei nur 26 Präsacralwirbeln. Ebenda. Bd. XXX. S. 374—375.

1905. —— Über die Variationen des Brustkorbes und der Wirbelsäule des Menschen. Ebenda. Bd. XXXIII. S. 39—87. 2 Textfiguren.

1867. Alix, Observations sur l'appareil locomoteur de l'Ornithorhynque et de l'Echidné. l'Institut, journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'Etranger. 1ère Section. Tome 35. Paris.

1902. Ancel et Sencert, De quelques variations dans le nombre des vertèbres chez l'homme; leur interprétation pag. 217—257. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. 38. ann.

1894. Bateson, Materials for the study of variation. London.

Jan. 1891. G. Baur, On Intercalation of vertebrae. Journal of Morphology. Vol. IV. pag. 331—336.

Nov. 1874. E. Bellamy, Note on the Absence of the Quadratus Femoris Muscle and on a Spine possessing a 6. Lumb. Vertebra, the first rib being rudimentary. Journ. of Anat. and Phys. Vol. IX. pag. 185—186. 1875.

1886. E. Blessig, Embryologische Untersuchungen an der Halswirbelsäule von Lacerta vivipara. Sitzungsber. der naturforsch. Gesellschaft Dorpat. Bd. VII. S. 291—293.

1900. L. Bolk, Über eine Wirbelsäule mit nur sechs Halswirbeln. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXIX. S. 84—94. 1902. Tafel IV.

1906. —— Zur Frage der Assimilation des Atlas am Schädel beim Menschen. Anatom. Anzeiger. Bd. XXVIII. S. 497—506. 2 Abbildungen.

1876. C. Claus, Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten. Sitzungsberichte der math.-naturw. Kl. der kaiserl. Akad. der Wiss. Bd. LXXIV. 1. Abt. S. 785—818.

1898. D. J. Cunningham, The Significance of Anatomical Variations. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XXXIII. pag. 1—10.

1835. G. Cuvier, Leçons d'Anat. comp. 2. ed. T. I. pag. 182.

1887. Th. Dwight, Account of two spines with cervical ribs, one of which has a vertebra suppressed, and absence of the anterior arch of the atlas. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXI. pag. 539—550. 1 Pl.

1901. —— Description of the human Spines showing numerical Variation in the Warren Museum of the Harvard Medical School. pag. 321 und 337. Anatom. Anzeiger (Abstract.) und S. 237—313, mit Figuren. Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. V. 1895—1904.

1906. —— Numerical Variation in the Human Spine, with a Statement concerning Priority. Anat. Anzeiger. Bd. XXVIII. S. 33—40, 96—102.

1906. A. Fischel, Untersuchungen über die Wirbelsäule und den Brustkorb des Menschen. Anatomische Hefte. Bd. XXXI. S. 459—588. 19 Abb.

1888. W. H. Flower, Einleitung in die Osteologie der Säugethiere. (Aus dem Englischen.) Leipzig.

1874. F. Frenkel, Beiträge zur anatomischen Kenntniss des Kreuzbeines der Säugethiere. Jenaische Zeitschr. für Naturwiss. Bd. VII. S. 391—437. (Taf. 21 und 22).

1888. M. Fürbringer, Über die Verschiebung (Wanderung) der Extremitäten. C. S. 972—991. Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. II. Allgemeiner Teil. Amsterdam 1888.

1897. —— Über die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie. Festschrift für Gegenbaur. III. S. 349—788.

1867. C. Gegenbaur, Über die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus, mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Bd. III. S. 359—421. (Tafel 7—9.)

1871. —— Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Ebenda. Bd. VI. S. 157—220. (3 Tafeln, 5 Holzschnitte.)

1873. C. Gegenbaur. Zur Bildungsgeschichte lumbo-sacraler Übergangswirbel. Ebenda. Bd. VII. S. 438—441.

Nov. 1874. Dr. Goodhart. Description of three cases of malformation of the Spinal Column associated with lateral Curvature. Journ. of Anat. and Phys. Vol. IX. 1875. pag. 1—17. (Pl. I.)

Mai 1895. E. Göppert. Untersuchungen zur Morphologie der Fischrippen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXIII. S. 145—218. Taf. XIII—XVI. 21 Figuren im Text.

Nov. 1895. —— Die Morphologie der Amphibienrippen. Festschrift für Gegenbaur. Bd. I. 1896. S. 393—432. 2 Tafeln. 10 Figuren im Text.

1904. H. Grimme. Anomalien der Halswirbelsäule. Inaug.-Diss. Göttingen.

1869. W. Gruber. Über die Halsrippen des Menschen, mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Mémoires de l'Ac. imp. des sc. de St. Pétersbourg. 7. Sér. T. 13. (52 pag. 2 Tafeln.)

1873. C. Hasse und W. Schwarck. Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere der Menschen und der Säugethiere. Anat. Studien. Herausgegeben von Dr. C. Hasse. Bd. I. 1873. S. 21—171. (Taf. IV—VII.)

1895. F. Helm. Einseitige rudimentäre Entwicklung der ersten Rippe nebst einer Anzahl anderer Anomalien am Thorax einer und derselben Person. Anat. Anzeiger. 1895. Nr. 17. S. 540—554. 3 Textfiguren. (Lit. ang.)

1882. Holl, Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wiss. Math.-naturwiss. Kl. Bd. LXXXV. III. Abt. S. 181—233. (4 Tafeln, 2 Holzschnitte.)

1878. H. v. Ihering. Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere usw. Leipzig 1878.

1903. A. Keith, The extent to which the posterior Segments of the body have been transmuted and suppressed in the evolution of man and allied Primates. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXXVII. pag. 18—40. (Lit. Primaten.)

1905. J. Kollmann. Varianten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des Foramen occip. magn. Verhandlungen der anatom. Gesellschaft. Anatom. Anzeiger. Ergänzungsheft zum XXVII. Bd. S. 231—236. 1 Abb.

1885. W. A. Lane, Supernumerary cervico-dorsal Vertebra-bearing Ribs usw. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XIX. pag. 266—274.

1894. H. Leboucq, Zur Frage nach der Herkunft überzähliger Wirbel.
—— Die Querfortsätze der Halswirbel in ihrer Beziehung zu Halsrippen. Anatom. Anzeiger. Bd. IX. (Verhandl. der anatom. Gesellschaft.) S. 184—187.

1895. —— Recherches sur les variations anatomiques de la première côte chez l'homme. Mém. cour. et Mém. d. sav. étr. publ. p. l'Acad. roy. de Belg. T. 55. Bruxelles 1896—1898. Ed. quarto. (48 pag., 13 Fig. et 1 Pl.

1900. A. Low, Description of a specimen in which there is a rudimentary first rib along with thirteen pairs of ribs and twenty-five pre-sacral vertebrae. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXXIV. pag. 451—457. (2 Fig.)

1809. J. F. Meckel, Osteologie der Echidna Histrix und des Ornithorhynchus Paradoxus. Beiträge zur vergleichenden Anatomie. Bd. I. 2. Heft. IV. S. 64—90.

1885. H. v. Meyer, Insectivoren und Galeopithecus, geologisch alte Formen. Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Pal. 1885. Bd. II. Briefl. Mitt. S. 229—230. Heft 3.

1853. A. Müller, Beobachtungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. Müllers Archiv. Jahrg. 1853. S. 260—316. 1 Tafel.

1866. R. Owen, On the Anatomy of Vertebrates. Vol. II. London. pag. 316.

1898. G. Papillault, Variations numériques des vertèbres lombaires chez l'homme, leurs causes et leurs relations avec une anomalie musculaire exceptionelle. pag. 189—222. Bullet. de la Soc. d'Anthrop. de Paris. T. 9. (4. sér.) 1898.

1893. A. M. Paterson, The Human Sacrum. The scient. Transactions of the Royal Dublin Society. Vol. V. (Ser. II.) pag. 123—204. Pl. 16—21 und in Proc. Roy. Soc. London (1892). Vol. LI. pag. 520—525. (Abstract.)

1905. O. Reche, Über Form und Funktion der Halswirbelsäule der Wale. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Bd. XL. S. 149—253. (2 Tafeln. 14 Textfiguren.)

1886. R. W. Reid, Deficiency of the left Half of a dorsal Vertebra. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXI. pag. 76—78. (1 Figur.)

1849. A. Retzius, Über die richtige Deutung der Seitenfortsätze an den Rücken- und Lendenwirbeln beim Menschen und bei den Säugethieren. Archiv für Anat., Physiol. und wiss. Medicin. (Johannes Müller.) Jahrg. 1849. S. 593—685.

1839. Rokitansky, Beiträge zur Kenntniss der Rückgratskrümmungen und der mit denselben zusammentreffenden Abweichungen des Brustkorbes und des Beckens. Med. Jahrbücher des österr. Staates. Bd. XXVIII. S. 41—54 und 195—211. (2 Figuren.)

1875. E. Rosenberg, Über die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. I. S. 83—199. 3 Tafeln.

1882. —— Untersuchungen über die Wirbelsäule der Säugetiere (Myrmecophaga jubata). Sitzungsberichte der Naturforsch. Gesellsch. der Univ. Dorpat. Bd. VI. 138. Sitzung. S. 254—257.

1883. —— Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelsäule (Monotremen und Halswirbelsäule). Sitzungsberichte der Dorpater Naturforsch. Gesellschaft. Jahrgang 1883.

1884. —— Untersuchungen über die Occipitalregion des Craniums und den proximalen Teil der Wirbelsäule einiger Selachier. Mit 2 Tafeln. Festschrift für Bidder. Dorpat 1884.

1886. —— Untersuchungen über die Wirbelsäule der Säugethiere (Marsupialier; Halicore und Manatus). Ebenda. Bd. VII. S. 366—368. Sitz. Nov. 1885.

1896. —— Über die Wirbelsäule der Myrmecophaga jubata Linné. Festschrift für Gegenbaur. Bd. II. S. 289—350. 3 Tafeln.

1899. —— Über eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXVII. S. 1—118. 5 Tafeln.

1906. —— Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen. Ebenda. Bd. XXXVI. S. 609—659.

1880. G. Ruge, Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbeine usw. des Menschen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VI. S. 362—414. 3 Tafeln.
1892. —— Die Grenzlinien der Pleurasäcke und die Lagerung des Herzens bei Primaten usw. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XIX. S. 149—250. 40 Textfiguren.
1879. J. H. Scott, Note of a Case of Articulation between two Ribs. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XIII. 1879. pag. 577. (Auch Note to Prof. Scott's Paper by Prof. Turner. Ebenda. pag. 577.
1894. R. Semon, Beobachtungen über die Lebensweise und Fortpflanzung der Monotremen usw. Semons Zoolog. Forschungsreisen in Australien. Bd. II. S. 3—15. 1. Lief. Text.
1889. E. Steinbach, Die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen. Diss. Berlin.
1866. L. Stieda, Über Halsrippen. Virchows Archiv. Bd. XXXVI. S. 425—435. (1 Figur.) (Ältere Literatur).
Nov. 1874. Struthers Variations of the vertebrae and ribs in Man. Journ. of Anat. and Phys. Vol. IX. pag. 17. 1875.
1901. J. Szawlowski, Über einige Variationen an der Wirbelsäule beim Menschen. Anat. Anzeiger. Bd. XX. Nr. 13—14. S. 305—320. 6 Abb.
1885. Thomas, Oldfield, Report on the Characters of the different Races of Echidna. Proceed. Zool. Soc. pag. 329 (2 Pl.). London 1885.
1877. P. Topinard, Des anomalies de nombre de la colonne vertébrale chez l'homme. Revue d'Anthropologie. T. VI. pag. 577—649.
1869. W. Turner, On supernumerary cervical ribs. Journ. of Anat. and Phys. Vol. IV. 1870.
1883. —— A First Dorsal Vertebra, with a Foramen at the Root of the Transverse Process. Ebenda. Vol. XVII. pag. 255.
—— On so-called bicipital Ribs, cervical Ribs in Relation to corresponding structures in the Cetaceae. Ebenda. pag. 384.
—— Bones of the human Skeleton. Challenger Reports. Part II. 1886. pag. 6.
1878. H. Welcker, Bau und Entwicklung der Wirbelsäule. Zoolog. Anzeiger. 1. Jahrg. S. 291 und S. 311.
1881. —— Die neue anatomische Anstalt zu Halle. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1881. S. 161—193. (4 Figuren.)
1890. Ch. Westling, Anatomische Untersuchungen über Echidna. Bihang till Kgl. Sv. Vetensk. Akad. Handl. Bd. XV. Afd. IV. 71 S. 6 Tafeln. Stockholm 1890.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Morphol. Jahrbuch

OCT 9 1928
JUL 12 1932
MAY 25 1938
NOV 14 1940

AMNH LIBRARY
100130366